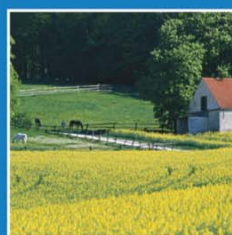


Stefan Werland, Forschungszentrum für Umweltpolitik, FU Berlin
Raimund Bleischwitz, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie GmbH
Klaus Jacob, Forschungszentrum für Umweltpolitik, FU Berlin
Florian Raecke, Forschungszentrum für Umweltpolitik, FU Berlin
Dominic Wittmer, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie GmbH
Bettina Bahn-Walkowiak, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie GmbH
Peter Doetsch, RWTH Aachen
Eberhard Büttgen, RWTH Aachen
Heio van Norden, RWTH Aachen
Horst Fehrenbach, IFEU Institut

Elemente einer Ressourcenpolitik für ein nachhaltiges Phosphormanagement und eine Reduktion der Phosphorimporte

Meilenstein zu AS3.3
Spezifische Politikansätze
zur Reduktion von Phosphorimporten

Paper zu Arbeitspaket 3 des Projekts
„Materialeffizienz und Ressourcenschonung“ (MaRess)



Wuppertal, Dezember 2010

ISSN 1867-0237

Kontakt zu den Autor(Innen)en:

Stefan Werland

Forschungszentrum für Umweltpolitik, FU Berlin
Innestraße 22
14195 Berlin

Tel.: +49 (0) 30 838 54494
Mail: stefan.werland@zedat.fu-berlin.de

Prof. Dr. Raimund Bleischwitz

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie GmbH
42103 Wuppertal, Döppersberg 19

Tel.: +49 (0) 202 2492 -256, Fax: -250
Mail: raimund.bleischwitz@wupperinst.org

**„Materialeffizienz und Ressourcenschonung“
(MaRes) – Projekt im Auftrag des BMU | UBA**

Projektlaufzeit: 07/2007 – 12/2010

Projektleitung:

Dr. Kora Kristof / Prof. Dr. Peter Hennicke

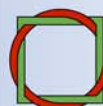
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
42103 Wuppertal, Döppersberg 19

Tel.: +49 (0) 202 2492 -183 / -136, Fax: -198 / -145
Mail: kora.kristof@wupperinst.org
peter.hennicke@wupperinst.org

© Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

Weitere Informationen zum Projekt

„Materialeffizienz und Ressourcenschonung“ (MaRes)
finden Sie unter **www.ressourcen.wupperinst.org**



Wuppertal Institut
für Klima, Umwelt, Energie
GmbH

Wuppertal Institut
in Kooperation mit

BASF
Borderstep
CSCP
Daimler
demea – VDI / VDE-IT
ECN
EFA NRW
FhG IAO
FhG UMSICHT
FU Berlin
GoYa!
GWS
Hochschule Pforzheim
IFEU
Institut für Verbraucherjournalismus
IÖW
IZT
MediaCompany
Ökopol
RWTH Aachen
SRH Hochschule Calw
Stiftung Warentest
ThyssenKrupp
Trifolium
TU Berlin
TU Darmstadt
TU Dresden
Universität Kassel
Universität Lüneburg
ZEW

Gefördert wird das Vorhaben im Rahmen des UFOPLAN
durch das BMU und das UBA, Förderkennzeichen: 3707 93 300

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung
liegt bei den Autor(inn)en.



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

**Umwelt
Bundes
Amt**
Für Mensch und Umwelt

Elemente einer Ressourcenpolitik für ein nachhaltiges Phosphormanagement und eine Reduktion der Phosphorimporte

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	Ressourcenpolitik für ein nachhaltiges Phosphormanagement	10
3	Potenziale und spezifische Hemmnisse	12
4	Ansatzpunkte und Handlungsfelder	18
4.1	Handlungsfeld: Importe	18
4.2	Handlungsfeld: Ausbringung	18
4.3	Handlungsfeld: P-Recycling	19
5	Politisch-rechtliches Umfeld	21
5.1	Bestehende Regulierungen	21
5.2	Ansatzpunkte für ein nachhaltiges Phosphormanagement	22
6	Mögliche Instrumente nach Handlungsfeldern	23
6.1	Basis: Etablierung eines Phosphor Informations- und Monitoringsystems	23
6.2	Handlungsfeld Importe	26
6.2.1	Moderne Regulierung / hybride Formen von Governance	26
6.3	Handlungsfeld Ausbringung	30
6.3.1	Moderne Regulierung / hybride Formen von Governance	30
6.3.2	Ökonomisch-fiskalische Ansätze	31
6.4	Handlungsfeld Recycling	34
6.4.1	Moderne Regulierung / hybride Formen von Governance	35
6.4.2	Sektorale Ansätze – Ein internationaler Phosphor-Covenant	37
6.4.3	Ökonomisch-fiskalische Ansätze	38

6.4.4	Innovationspolitische Instrumente	39
7	Fazit: Elemente einer Ressourcenpolitik für Phosphor	39
8	Literatur	42

Abbildungen

Abb. 4-1: Handlungsfelder einer Phosphor-Politik _____	20
Abb. 6-1: Stoffflussanalyse Schweiz für das Jahr 2006 _____	24
Abb. 6-2: Entsorgungswege von Klärschlammaschen _____	37

Tabellen

Tab. 2-1: Inlandsabsatz von Nährstoffen und Aufwand an Nährstoffen pro ha landwirtschaftlich genutzter Fläche _____	11
--	----

Vorwort

Die Steigerung der Ressourceneffizienz wird in der nationalen und internationalen Politik zunehmend zu einem wichtigen Thema. Vor diesem Hintergrund beauftragten das Bundesumweltministerium und das Umweltbundesamt 31 Projektpartner unter Leitung des Wuppertal Instituts mit dem Forschungsprojekt „Materialeffizienz und Ressourcenschonung“ (MaRess, vgl. <http://ressourcen.wupperinst.org>). Der vorliegende Bericht befasst sich mit Politikoptionen für ein nachhaltiges Phosphormanagement in Deutschland. Er behandelt den Phosphorhaushalt, weil dessen nachhaltiges Ressourcenmanagement von besonderer Bedeutung für eine zukunftsfähige Entwicklung ist. Insofern werden hier exemplarisch Möglichkeiten und Grenzen der Steuerung eines ausgewählten Stoffstroms analysiert. Der entwickelte Policy Mix benennt konkrete Politikinstrumente als Teil einer umfassenden Strategie zur Reduktion der Abhängigkeit von Phosphorimporten. Der Bericht steht methodisch und inhaltlich in Bezug zu den Arbeiten des AP3 in MaRess, d.h. die dort entwickelten Politikoptionen und ihre Analyseelemente werden auf das Handlungsfeld Phosphor angewendet.

Der Bericht basiert zudem auf einem Workshop, der am 12. März 2010 am Wuppertal Institut durchgeführt wurde. Ziel dieses Workshops waren die Sachstandsanalyse zu Phosphor und technischen Lösungsansätzen sowie die Entwicklung von Handlungsoptionen. Die Teilnehmer sind Autoren dieses Berichts; auf diese Weise soll sichergestellt werden, dass viele Einzelexpertisen in die Formulierung von Politikoptionen einfließen. Eine umfassende Darstellung des Problemfelds, eine förmliche Rechtsfolgenabschätzung und eine ökonomische Wirkungsanalyse sind nicht Gegenstand des vorliegenden Berichts.

1 Einleitung

Phosphor ist ein essenziell lebensnotwendiger Rohstoff. Als Pflanzennährstoff und damit für die menschliche Ernährung ist Phosphor nicht ersetzbar. Zudem ist Phosphor eine nicht-erneuerbare Ressource. Wellmer / Becker-Platen (2008: 738) bezeichnen Phosphor deshalb als kritischsten handelbaren Rohstoff überhaupt.

In den letzten Jahren gibt es eine steigende Zahl von Berichten über den Phosphorhaushalt auf globaler und regionaler Ebene. Um einige zu nennen: Rockström et al. (2009) sehen in der drohenden Verknappung der Ressource Phosphor eine der planetarischen Grenzen der menschlichen Entwicklung. Liu et al. (2008) analysieren den globalen Phosphor-Kreislauf und schätzen, dass weltweit gegenwärtig etwa 50 % des produzierten Phosphors verloren gehen. Cordell (2010) analysiert umfassend den globalen Phosphorkreislauf und die Implikationen von geologischen, institutionellen und anderen Knappheiten für die Nahrungsmittelversorgung. Binder et al. (2009) untersuchen den Phosphorhaushalt der Schweiz mithilfe einer Stoffflussanalyse mit Angabe von Unsicherheiten und benennen auf dieser Grundlage Risiken und Handlungsoptionen. Seit 2004 unterstützen das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) in der gemeinsamen Förderinitiative „Kreislaufwirtschaft für Pflanzennährstoffe, insbesondere Phosphor“ Forschungs- und Entwicklungsprojekte zum Recycling von Phosphor aus Abfallstoffen wie Klärschlämmen und Klärschlammaschen. Die Ergebnisse der Förderinitiative fließen in die Forschungsaktivitäten des BMBF-Rahmenprogramms „FONA - Forschung für Nachhaltigkeit“ ein.

Der vorliegende Bericht fokussiert auf die Erarbeitung von Handlungsoptionen in Deutschland. Das folgende dritte Kapitel stellt die Zieldimensionen einer Phosphorpolitik, Vermeidung von Umwelteffekten sowie Versorgungs- und Nahrungsmittelsicherheit vor. Im vierten Kapitel wird eine problemfeldspezifische Hemmnis-Analyse vorgenommen.¹ Daraus werden im fünften Kapitel spezifische Handlungsfelder einer Phosphorpolitik abgeleitet. Diese Handlungsfelder umfassen Importe, Ausbringung und Recycling. Das sechste Kapitel zum politisch-rechtlichen Handlungsumfeld beschreibt zunächst die bereits bestehenden Politikinstrumente und führt weitere mögliche Ansatzpunkte einer Phosphor-Politik auf. Schließlich werden im siebten Kapitel Elemente einer Phosphorpolitik vorgeschlagen.

Die Analysen und genannten Instrumente verstehen sich als Impulse zu einer Diskussion. Sie sollen in Folgearbeiten insbesondere rechtlich und wirtschaftlich vertieft werden.

¹ Als Basis dienen hierbei die Vorarbeiten der FFU und des ifeu-Instituts aus MaRes AP3.

2 Ressourcenpolitik für ein nachhaltiges Phosphormanagement

Phosphor ist eine nicht erneuerbare Ressource und als essentieller Nährstoff für Landwirtschaft und Ernährung nicht substituierbar (Wellmer / Becker-Platen 2008: 738). Die statische Reichweite der Phosphate beträgt ca. 100 Jahre. Dies besagt, dass die heutigen Reserven bei gleichbleibender Phosphorproduktion Anfang des nächsten Jahrhunderts erschöpft wären; angesichts der unsicheren Annahmen sind Aussagen zur Reichweite jedoch problematisch. Obwohl andere mineralische Rohstoffe bedeutend geringere statische Reichweiten aufweisen, ist Phosphor aufgrund seiner Bedeutung für die Nahrungssicherheit in Kombination mit der dominierenden dissipativen Verwendung zunehmend Gegenstand von Untersuchungen.

Über 90% des weltweit produzierten Phosphors wird heute zu Dünger verarbeitet, daneben wird Phosphor in geringerem Maße zur Herstellung von Wasch- und Reinigungsmitteln, bei der Produktion von Nahrungs- und Genussmitteln sowie Viehfuttermittel (Krafffutter/Pellets) und in geringeren Mengen in diversen industriellen Bereichen genutzt (Cordell 2010).

Die Welternährungsorganisation FAO schätzt die weltweite Nachfrage nach P-haltigen Düngemitteln für das Wirtschaftsjahr 2010/2011 auf ca. 40 Mio. t Phosphorpentoxid (P_2O_5) (FAO 2008). Die International Fertilizer Industry Association IFA erwartet für 2012/2013 einen Verbrauch von P-haltigen Mineraldüngern in einer Größenordnung von 45,7 Mio. t P_2O_5 (IFA 2009).

Momentan importiert Deutschland bei einer vollständigen Importabhängigkeit rund 115.000t Phosphat pro Jahr (Röhling 2008). Die Landwirtschaft ist dabei durch den Verbrauch von Düngern für den weitaus bedeutsamsten Phosphor-Stoffstrom verantwortlich. Bei einer vollständigen Importabhängigkeit können die Zahlen aus der Düngemittelstatistik (Fachserie 4, Reihe 8.2 - Produzierendes Gewerbe / Düngemittelversorgung) mit der Phosphorimportmenge für Düngemittelzwecke gleichgesetzt werden. Demnach liegt die aktuelle Importmenge für Düngemittelzwecke bei etwa 235.000 t Phosphorpentoxid (P_2O_5).²

² Dies entspricht ca. 102.600t P.

Tab. 2-1: Inlandsabsatz von Nährstoffen und Aufwand an Nährstoffen pro ha landwirtschaftlich genutzter Fläche

Wirtschafts- jahr	Inlandsabsatz 1 000 t Nährstoff				Aufwand an Nährstoffen kg je ha landwirtschaftlich genutzter Fläche ¹⁾			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
1993/94	1 612,2	415,4	644,7	1 560,3	93,2	24,0	37,3	76,8
1994/95	1 787,4	450,7	667,5	1 831,6	103,1	26,0	38,5	93,2
1995/96	1 769,2	401,7	652,2	1 886,5	102,1	23,2	37,6	96,3
1996/97	1 758,0	415,1	645,8	1 979,0	101,5	24,0	37,3	101,7
1997/98	1 788,4	409,6	658,9	2 248,4	103,0	23,6	37,9	116,8
1998/99	1 903,0	406,8	628,7	2 264,6	111,0	23,7	36,7	120,6
1999/00	2 014,4	420,3	599,2	2 508,3	118,0	24,6	35,1	136,9
2000/01	1 847,6	351,3	544,0	2 171,1	108,4	20,6	31,9	117,4
2001/02	1 791,7	314,6	505,9	2 310,5	105,6	18,5	29,8	124,9
2002/03	1 787,8	327,4	479,7	2 153,8	105,1	19,3	28,2	117,3
2003/04	1 827,8	284,1	486,5	2 098,8	107,4	16,7	28,6	116,3
2004/05	1 778,4	302,7	478,4	1 954,8	104,4	17,8	28,1	108,9
2005/06	1 785,0	274,0	426,1	1 897,0	105,3	16,2	25,1	106,0
2006/07	1 599,8	264,6	442,6	2 177,7	94,4	15,6	26,1	122,7
2007/08	1 807,2	316,7	511,3	2 199,1	106,8	18,7	30,2	125,2
2008/09	1 550,6	174,4	179,2	2 237,0	91,6	10,3	10,6	126,4
2009/10	1 569,0	235,2	362,8	2 074,9	92,9	13,9	21,5	117,8

Quelle: Statistisches Bundesamt: Düngemittelstatistik Fachserie 4, Reihe 8.2 - Produzierendes Gewerbe / Düngemittelversorgung

Die Düngemittelherstellung ist der wichtigste Nachfrager mit über 90% Anteil am Einsatz von Rohphosphaten. Nach Johnston / Stehen (2000) werden ca. 80 % der von Westeuropa importierten Rohphosphate in der Düngemittelherstellung eingesetzt.

Phosphor ist in der Düngerproduktion nicht substituierbar, und die Landwirtschaft in ihrer jetzigen intensiven Produktionsweise ist auf die Zufuhr von Phosphor angewiesen; dies gilt insbesondere für die Futtermittelproduktion. Die Nutzung von phosphathaltigen Düngemitteln ist deshalb eine Voraussetzung für Landwirtschaft und Ernährung, insbesondere bei Beibehaltung der derzeitigen landwirtschaftlichen Produktionsweise. Die Versorgungssicherheit in Bezug auf Phosphor ist damit ein zentraler Aspekt der Nahrungsmittelsicherheit und betrifft damit einen zentralen Bereich öffentlicher Daseinsvorsorge.

Zugleich ist zu betonen, dass Phosphor Teil eines Nährstoffkreislaufes ist und an verschiedenen Stellen effizienter eingesetzt und zurück gewonnen werden kann. Ziel der genannten Studien ist es deshalb, geeignete Interventionspunkte, Technologien, Anreize und Stoffstrommanagementansätze zu entwickeln, um ein nachhaltiges Phosphormanagement zu etablieren.

Bei der landwirtschaftlichen Ausbringung von Phosphaten ist zwischen der direkten Ausbringung von Wirtschaftsdünger (insbesondere: Gülle, Jauche und Mist) und Klärschlamm (Probleme: Eutrophierung, Schadstoffanreicherung im Boden, Verlust von

potenziell rückgewinnbarem Phosphor) sowie dem Ausbringen von Mineraldüngern (zusätzliche Problemdimension: Versorgungssicherheit) zu unterscheiden.

Ziele eines nachhaltigen Phosphormanagements sind insofern (Steinbach / Wellmer 2010: 1425; Binder et al. 2009):

- Minimierung des Einsatzes von Phosphor auf einem optimalen Niveau (Versorgungssicherheit),
- Minimierung des Austrags von Phosphor zur Reduktion der Eutrophierung sensibler aquatischer Systeme und zur Vermeidung der Akkumulation von Schadstoffen im Boden infolge geogener Verunreinigungen der Phosphate,
- Schließung des Stoffkreislaufs, d.h. maximale Rückgewinnung,
- P-importabhängige Volkswirtschaften wie Deutschland und die EU sollten Rohstoffabhängigkeiten und internationale Nutzungskonkurrenzen realisieren und als Ausgangspunkt für nationale oder europaweite Programme entwickeln, die auf eine Verringerung der Importabhängigkeit hinwirken.

Dabei sind die unterschiedlichen Nutzungssysteme und ihre Interaktionen zu betrachten. Die absehbaren Klimaänderungen werden voraussichtlich zu einem erhöhten Anpassungsdruck für landwirtschaftlich genutzte und andere Ökosysteme führen. Zudem sind die Minimierung des Austrags und die Rückgewinnung von Phosphor abhängig von Technologien, Know How und insbesondere von Nahrungsgewohnheiten; sie sind somit veränderbar.

Der World Business Council for Sustainable Development (WBCSD 2010: 27, 51) hat Phosphor an zwei Stellen in seine Vision für 2050 eingebaut: in Bezug auf Chancen für die afrikanische Landwirtschaft durch effiziente Düngung und landwirtschaftliche Kreislaufwirtschaft sowie in Bezug auf Geschäftsfelder in den Bereichen Abwasserbehandlung, P-Rückgewinnung und Stadtentwicklung. Auf die Visionen von Bringezu (2009) zu einem nachhaltigen Ressourcenmanagement sei in diesem Zusammenhang hingewiesen; sie thematisieren u.a. die Kaskadennutzung von Biomasse und eine nachhaltige Landnutzung.

Die genannten Ziele dürften mit den allgemeinen Zieldimensionen einer Ressourcenpolitik – MaRes AS3.2 nennt umweltverträgliche Ressourcennutzung, Versorgungssicherheit, wirtschaftliche Modernisierungseffekte – konform sein. Dies wird im weiteren Verlauf des Berichts thematisiert.

3 Potenziale und spezifische Hemmnisse

Die Nachfrage nach Phosphor ist in Deutschland und in vielen Industrieländern seit Jahren rückläufig. Dennoch bleibt Westeuropa ein Haupt-Importeur. Die globale Nachfrage steigt unterdessen weiter an. Die FAO (2007) geht von einer Nachfragesteigerung von etwa 2% pro Jahr aus. Einzelne nationale oder anwendungsspezifische Res-

sourceneffizienz-Steigerungen werden folglich durch Bevölkerungswachstum und durch die Annahme von Ernährungsgewohnheiten des westlichen Lebensstils konterkariert, zumindest aber abgeschwächt; d.h. es treten internationale Rebound-Effekte auf.

Zur Trendanalyse in Vorbereitung der Formulierung von Politikoptionen gehören folglich die Anerkennung der weltweiten Knappheit landwirtschaftlich nutzbarer Flächen und eines begrenzt verfügbaren Primärrohstoffs Phosphor; die Qualität der Produktion aus den verbleibenden P-Reserven ist insbesondere aufgrund des drohenden Anstiegs der Gehalte von Schwermetallen und steigender Radioaktivität (infolge Uranbelastung) problematisch (Römer et al. 2010).

Nennenswerte **künftige Potenziale** eines nachhaltigen Phosphormanagements finden sich auf Seite der Nachfrage insbesondere in einem effizienteren Düngemiteleinsatz und in einer weiteren P-Reduktion im Wasch- und Reinigungsmittelbereich. Angebotsseitig bestehen mengenmäßig bedeutsame Potenziale in der P-Rückgewinnung aus Stoffflüssen der Tierproduktion (Tiermehl, Gülle, Mist) und aus dem Abwasserbereich, d.h. vor allem aus Klärschlämmen.

Bezüglich der Ausbringung von Phosphor auf landwirtschaftliche Flächen ist in den letzten Jahren bereits eine beträchtliche Abnahme zu beobachten. Wurden zu Spitzenzeiten (1970-75) fast 70 kg P_2O_5 je Hektar und Jahr ausgebracht sind es seit dem Jahr 2000 durchschnittlich weniger als 20 kg (vgl. Tab. 2-1).

Die Gewichtung dieser Potenziale ist jedoch regional und damit national unterschiedlich. Bezogen auf die Tierproduktion hängt das Aufkommen insbesondere mit der geographischen Verteilung der Intensivtierhaltung zusammen. Die Gesamtmenge von Rinder- und Schweinegülle in Deutschland enthält jährlich ca. 130.000 t P (= 300.000 t P_2O_5) (Fehrenbach 2009). Folgende Aspekte, sind bezüglich der Aufarbeitung von Gülle oder Jauche jedoch zu berücksichtigen:

- die räumliche Verteilung des Aufkommens von Wirtschaftsdünger in Deutschland ist ungleichmäßig. Es gibt Regionen mit übermäßigem Anfall von Wirtschaftsdüngern.
- Wirtschaftsdünger sind transportsensitiv. Dies führt zu geringen Transportdistanzen, was zu einem ineffizientem Einsatz dieser Ressource beiträgt;
- die Wirtschaftsdünger enthalten im Allgemeinen für eine Ausbringung auf Böden unerwünschte Inhalte wie diverse Pharmaka und Schwermetalle;
- eine direkte Düngung mit Wirtschaftsdünger führt insbesondere hinsichtlich des Stickstoffs zu hohen Verlusten (Ammoniak), was mit erheblichen Umweltfolgen verbunden ist.

Mit dem *kommunalen Abwasserstrom* werden in Deutschland jährlich ca. 73.000 t P (= 170.000 t P_2O_5) in Kläranlagen transportiert (Pinnekamp 2003). Haupteintrag des Phosphors in das Abwasser ist dabei der menschliche Urin (>60%). Eine getrennte Führung der Abwasserfraktionen (hier „Gelbwasser“, d.h. menschliches Urin aus

Trenntoiletten) kann die Rückgewinnung von Phosphor erheblich erleichtern, da eine Abtrennung von Schwermetallen wie aus dem ungetrennten Abwasser nicht erforderlich ist und eine Abtrennung von organischen Verunreinigungen erleichtert wird.

Ein Potenzial besteht ferner in der P-Gewinnung aus Prozesswasserströmen innerhalb der Kläranlage (Phostrip-Verfahren) oder der Nachfällung am Ablauf. Beispielhaft für relevante industrielle Abwasserströme kann die Milchwirtschaft genannt werden, aus welchen nach Gethke (2008) allein 3.400 t P/a gewinnbar wären.

Eine Abwassertrennung stellt jedoch eher ein langfristig umsetzbares Zukunftskonzept dar, wenn umgreifende Investitionen in die kommunalen Entwässerungssysteme erforderlich werden. Bis dahin bietet sich primär die Rückgewinnung aus Klärschlamm (der P-Senke in der Kläranlage) als Option an.

Wird als Einsatzstelle der Phosphorrückgewinnung der Klärschlamm bzw. die Klärschlammasche gewählt, sind in Abhängigkeit vom Rückgewinnungsverfahren zwischen 30 und 90% der Phosphorzulauft fracht der Kläranlage recycelbar (Pinnekamp et al. 2007; Montag, Doetsch et al., 2009). Verschiedene Konzepte haben erfolgreiche Pilot-ergebnisse vorzuweisen und stehen vor dem Markteintritt:

- Gewinnung aus Klärschlamm (PRISA, Seaborne, PHOXNAN u.a.): bis zu 40% Rückgewinnung des P im Zulauf;
- Gewinnung aus Klärschlammaschen (PASCH, SEPHOS, SUSAN, ASHDEC u.a.): bis zu 90% Rückgewinnung des P im Zulauf.

Wird der Klärschlamm in Müllverbrennungsanlagen mitverbrannt, so ist der Phosphor stark verdünnt und daher nicht im gleichen Maße rückgewinnbar.

In Deutschland fallen jährlich etwa 2 Mio. t (Trockensubstanz) Klärschlamm an. Davon wurden (in 2006) etwa 600.000 t landwirtschaftlich verwertet, 400.000 t in Maßnahmen des Landschaftsbau genutzt und etwa 1 Mio. t verbrannt (Mono- und Mitverbrennung). Gegenüber den Vorjahren legte die Verbrennung zu. Andere Entsorgungswege sind unbedeutend – eine Deponierung von Klärschlämmen findet nicht mehr statt. Würden die Mengen aus dem Landschaftsbau und der Verbrennung vollständig einer Monoverbrennung mit anschließender P-Rückgewinnung aus der Asche zugeführt, ergibt sich unter Annahme von 40 % Aschegehalt und einem P_2O_5 -Gehalt in der Asche von rund 15 % (entsprechend etwa 6,5 % P) sowie unter Ansatz der Importmengen von 2008 / 2009 (174.000 t P_2O_5) bzw. 2009 / 2010 (235.000 t P_2O_5), im Mittel 204.500 t P_2O_5 , alleine aus dem Klärschlammrecycling ein Substitutionspotenzial in Höhe von rund 41% der momentan eingesetzten Importmengen.

$$\frac{1.400.000 \, t_{KS} \cdot 0,4 \frac{t_{Asche}}{t_{KS}} \cdot 0,15 \frac{t_{P_2O_5}}{t_{Asche}}}{204.500 \, t_{P_2O_5}} = 0,411$$

In der Summe, d.h. unter Einbeziehung der weiteren genannten Potenziale scheint es, dass bis zu 60 Prozent des heutigen P-Gesamteinsatzes in Deutschland durch Recyc-

ling-Verfahren zurück gewonnen werden können. Eine ambitioniertere Potenzialerschließung setzt ein flächendeckendes Stoffstrommanagement voraus. In Ergänzung zu einer deutlichen Reduktion des Einsatzes in Bereichen mit Substitutionspotenzial (Wasch- und Reinigungsmittel) zählen dazu Verhaltensänderungen von Landwirten, z.B. durch flächenspezifisch optimale Düngung (Stichwort: precision farming) und Anbaumethoden zur Verminderung der P-Mobilisierung (Steffens et al. 2004) sowie die Änderung von Konsumentengewohnheiten, z.B. durch eine höhere Nachfrage nach Lebensmitteln aus kontrolliert biologischem Anbau, der auf den Einsatz von ‚synthetischen‘ Mineraldüngern verzichtet. Auf diese Weise ist die oben skizzierte Vision einer 80-90%igen Reduktion von Phosphorimporten langfristig erreichbar. Zugleich ist der Aufbau entsprechender Geschäftsfelder voranzutreiben.

Aus Sicht einer Ressourcenpolitik sind dies hochinteressante Aussagen. Sie sind mit Hemmnisanalysen zu kombinieren, um entsprechende Anreize ableiten zu können. Bereits an dieser Stelle kann man folgern, dass im Rahmen einer spezifischen Ressourcenpolitik einzelstoffbezogene Regulierungen durchaus begründbar sind. Zugleich ist zu konstatieren, dass eine Politik zum nachhaltigen Phosphormanagement nicht auf einzelne Technologien und wenige Schlüsselakteure reduziert werden kann, sondern stets auf ein Zusammenspiel verschiedener Maßnahmen angewiesen ist.

Ein nachfrageseitig betriebenes Recycling, das am Ende des Phosphorstroms in der Abfallwirtschaft ansetzt, kann mengenmäßig bedeutsame Potenziale erschließen und ist mit moderner Anlagentechnik (Monoverbrennungsanlagen) machbar. Aus Expertensicht scheint prinzipiell die Bereitschaft zur Realisierung großtechnischer Anlagen zum P-Recycling sowohl bei Kläranlagenbetreibern als auch bei Herstellern von Klärschlammmonoverbrennungsanlagen vorhanden zu sein.

Eine Politik zum nachhaltigen Phosphormanagement muss sich jedoch zum Einen mit spezifischen Hemmnissen auseinandersetzen: gegenwärtig bestehen keine hinreichenden Anreize, um kapitalintensive Investitionen in derartige Anlagen zu rechtfertigen. Zudem fehlt es an einer mittel- und langfristigen Orientierung für Abwasserbehandlung, P-Rückgewinnung und Stadtentwicklung. Auf Lobbyinteressen der Düngemittelhersteller, die ihre laufenden Anlagen auslasten und keine Marktanteile preisgeben möchten, sei in diesem Zusammenhang hingewiesen. Zum Anderen sollte prinzipiell eine am Stoffstrom bzw. am weltweiten P-Kreislauf orientierte Sichtweise angestrebt werden: die Ziele wie auch die oben genannten Potenziale sprechen für eine Politik, die auf verschiedene Stellschrauben des Systems und verschiedene Zielgruppen ausgerichtet wird, und deren Kernstrategien Versorgungssicherheit, Umweltentlastungen, Innovationspfade und internationale Kooperation sind.

Allgemeine **Hemmnisse einer Ressourcenpolitik** liegen nach MaRes AS3.2 in den negativen externen Kosten, Informationsdefiziten und ungenutzten Innovationspotenzialen. Diese können wie folgt dem P-Stoffstromsystem zugeordnet werden.

Im *Bereich Landwirtschaft / Ausbringung* wurde auf dem MaRes Phosphor-Workshop im März 2010 auf eine „fehlende Tradition der Düngeeinschränkung“ verwiesen. Die

exakte Bestimmung des Düngemittelbedarfs durch Bodenproben bedeutet für den Landwirt einen zusätzlichen Aufwand. Zudem besteht im Bezug auf die Qualität und Quantität der Nutzpflanzen eine asymmetrische Anfälligkeit: der aus einer potentiellen Unterversorgung mit P zu erwartende Schaden ist folgenreicher und tritt wahrscheinlicher ein als mögliche Schäden aus einer Überversorgung des Bodens mit P. Daraus resultiert ein Prinzipal-Agent Problem mit asymmetrischen Informationen und Fehlanreizen zu Lasten einer optimierten Düngung. Der ausbringende Landwirt wird immer kalkulieren, ob der Bodenbeprobungen einhergehende Aufwand sich aufgrund reduzierter Ausgaben für Düngemittel rechnen. Die verbreitete Nutzung von Kombinationsdüngern (PKN-Dünger) macht zudem eine zielgenaue Dosierung von Phosphor problematisch. Hier sind also Informationsdefizite in Kombination mit regional unterschiedlichen Bedingungen zu konstatieren, sowie eine Entwicklung und Verbreitung von mehr spezifizierten PKN-Düngekombinationen zu fördern. Erfolgversprechend sind aktuelle Entwicklungen im Bereich "Precision Farming", bei der Informationstechnologien in der Landwirtschaft zur Optimierung bereits bestehender Prozesse eingesetzt werden. Beispielsweise werden lokale Unterschiede im Nährstoffbedarf mit dieser Technik bedient und dadurch zur Optimierung der Düngemittel beigetragen (NZZ online 2010).

Gleichzeitig findet keine ausreichende Internalisierung von Folgekosten aus übermäßiger Düngeerausbringung statt, wie sie bspw. aus Gewässereutrophierung und der Anreicherung von Schwermetallen im Boden resultieren. Die Schadenskosten eines übermäßigen Nährstoffeintrags in Gewässer werden nicht auf die Verursacher umgelegt. Dabei stellen sich technisch-ökonomische Probleme, die entstandenen Schadenskosten zu ermitteln und zu beziffern und Nährstoffeinträge aus diffusen Quellen ihren Verursachern kostenrelevant zuzuordnen. Im Bereich der integrierten Bewertung liegen durchaus vielversprechende Arbeiten vor. In den Bereichen Wasser und Naturschutz ist der Ansatz der Kompensation etabliert. Entscheidend wäre ein Wissenstransfer hin zu den Verursachern in denjenigen Regionen, in denen eine Überlastung stattfindet.

Bislang bestehen bezüglich der Ausbringung von Düngern lediglich weiche Steuerungsmechanismen, sowie sehr punktuelle Ausbringungsregelungen (z.B. Ausbringungsverbote in direkter Gewässernähe und auf Hangflächen). Unterschiedliche Bodenbeschaffenheit und der natürliche Phosphor-Gehalt des Bodens machen einheitliche Regelungen zur Ausbringung (im Sinne einer Höchstmenge pro Flächeneinheit) nicht zweckdienlich und eine spezifische Beprobung notwendig. Entsprechende Informationsverpflichtungen für Landbewirtschaftler in Form von Bodenproben bzgl. der Sättigung mit Phosphor sind laut der deutschen Düngeverordnung (DüV) nur alle 6 Jahre und für Schläge größer 1ha vorgeschrieben.

Durch die geographische Konzentration von Massentierhaltungsbetrieben in Norddeutschland und den Niederlanden bestehen in der Ausbringung von kostengünstigen Wirtschaftsdüngern (vorwiegend Gülle, Jauche und Mist) besondere Ungleichgewichte, so dass es zu einem geographischen Verteilungsproblem (Überversorgung in dieser Region) kommt. Eine Verbringung von Wirtschaftsdüngern über größere Distanzen ist

aufgrund ihrer Masse mit einem unverhältnismäßigen Transportaufwand verbunden. Eine Direktausbringung von Wirtschaftsdüngern vor Ort, unabhängig vom Bedarf des Bodens, ist daher betriebswirtschaftlich wesentlich günstiger bzw. wird sogar als Entsorgungsweg für anfallende Fäkalien aus der Tierhaltung genutzt. Diese Fehlanreize führen dazu, dass trotz dieser Steuerungsinstrumente viele Böden in Deutschland und in der EU mit Phosphor üerversorgt sind. Kunstdünger werden heutzutage nicht aus Sekundär-Rohstoffen hergestellt, sondern aus Primär-Rohstoffen. Dies liegt einerseits an fehlenden Anlagen zur P-Aufbereitung, andererseits aber auch daran, dass kein geeignetes „Rohmaterial“ als Ausgangsbasis für eine Rückgewinnung vorhanden ist. Aus anderen Bereichen der Kreislaufwirtschaft kann zudem abgeleitet werden, dass die Agrarindustrie in Bezug auf Akzeptanz und Vermarktung von Sekundärprodukten sensibilisiert werden sollte. Hier wäre ein strategisches Nischenmanagement, wie es in Kanada und in den USA mit Chrystal Green (MAP, Ostara) erfolgt und eine Einbeziehung in die Richtlinien des ökologischen Landbaus durchaus eine Option.

Klärschlämme dürfen nach Klärschlammverordnung zur Düngung auf Ackerflächen ausgebracht werden, sofern sie die Grenzwerte der Abfall-Klärschlammverordnung³ (bis 2016) und der deutschen DüMV einhalten. Klärschlamm wird in der Abwasserbehandlung jedoch primär als Entsorgungsgut betrachtet und weniger als eine potenzielle Quelle von Sekundärphosphor; hier sind in Übereinstimmung mit MaRes AS3.1 kognitive Hemmnisse zu konstatieren. Typische Entsorgungswege für Klärschlämme neben der Ausbringung auf Ackerflächen sind Bergversatz oder Mitverbrennung in Kraftwerken, Zementfabriken oder Müllverbrennungsanlagen. Dieser „Recycling“-ansatz ist begründbar und rechtlich geregelt, jedoch wirken sich die getätigten Investitionen für die Mitverbrennungsanlagen als Pfadabhängigkeit (versunkene Kosten) zu Lasten von Innovationen und Investitionen in neue Anlagen aus. Optionen in diesem Zusammenhang lauten also, die gegenwärtige Ausbringungspraxis von Klärschlämmen zunehmend restriktiv zu gestalten, um künftige Wege eines nachhaltigen Phosphormanagements zu ermöglichen.

Zur Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm ist eine den Kläranlagen nachgeschaltete Monoverbrennung (= separate Verbrennung dieser Stoffe) die geeignete technische Option, um eine für die Rückgewinnung wirtschaftlich tragfähige P-Konzentrationen in der Asche zu erreichen. Eine Rückgewinnung von P aus der Asche der Müllverbrennung, bei der Klärschlamm mitverbrannt wird, ist aufgrund der geringen P-Konzentration wirtschaftlich nicht tragfähig. Die Klärschlamm-Monoverbrennung ermöglicht im Gegensatz zur Mitverbrennung sowohl die stoffliche als auch die energetische Nutzung von Klärschlamm. Allerdings ist dieses Verfahren bislang die Ausnahme (lediglich ca. 1/3 des Klärschlammes werden auf diese Weise behandelt), entsprechende Anlagen sind nicht weit verbreitet. Die Gründe dürften in Investitionsrisiken in Verbindung mit heute kostengünstigen Behandlungsverfahren liegen. Die Kosten der Ab-

³ [Richtlinie des Rates](#) vom 12.06.1986 über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft".

wasserbehandlung enthalten keine Umlage bzw. Förderanreize für Investitionen in derartige Anlagen

Das resultierende mangelnde Angebot von für die Phosphor-Rückgewinnung nutzbarem Ausgangsmaterial verhindert derzeit die systematische Nutzung von Wirtschaftsdüngern und Klärschlamm als Basis für die Herstellung von Düngemitteln.

Pointiert gesagt zeigen sich Defizite eines energetisch fokussierten Anreizsystems, das Stoffstrominnovationen und nachhaltiges Ressourcenmanagement bislang weitgehend ausblendet. Im Hinblick auf die internationale Klima- und Ressourcenpolitik würden sich demgegenüber vielfältige Synergien ergeben, wenn eine systematische Rückgewinnung von Phosphor forciert wird und dadurch Geschäftsfelder für Anlagenbau, Land- und Wasserwirtschaft ausgebaut werden. Für die internationale und nationale Nahrungsmittelsicherheit ist dies nahezu alternativlos. Zugleich müssten neue industrielle Pfade für Verbrennungsprozesse in Kohlekraftwerken und in der Zementproduktion eingeschlagen werden, z.B. über Reststoffe der Biomassenutzung und Nutzung von Kuppelprodukten.

4 Ansatzpunkte und Handlungsfelder

Aus dieser Hemmnisanalyse ergeben sich entlang des Stoffstroms drei miteinander in Beziehung stehende Handlungsfelder einer zukünftigen Ressourcenpolitik für ein nachhaltiges Phosphormanagement:

4.1 Handlungsfeld: Importe

Erstens geht es um die Verringerung der Importabhängigkeit von Rohstoffen bzw. um die Erhöhung der Rohstoffsicherheit bei einem nichtsubstituierbaren, nicht regenerierbaren Rohstoff. Die Produktionskapazitäten zur Herstellung von synthetischen Düngemitteln in Deutschland werden seit 1980 kontinuierlich abgebaut. Zwischen 1970 und 1980 wurden jährlich noch 4 Mio. t Rohphosphat importiert und verarbeitet. Seitdem findet die Produktion von Phosphorsäure und P-Einzelnährstoffdüngemitteln zunehmend in den Abbauländern der Rohphosphate statt. Daher müssen im Handlungsfeld Importe sowohl Importe von Rohphosphat als auch von Düngemitteln und Vorprodukten in Betracht gezogen werden. Betroffene Akteursgruppen sind hier insbesondere Hersteller und Importeure von Rohphosphaten, Düngemitteln und Vorprodukten.

4.2 Handlungsfeld: Ausbringung

Zweitens geht es um die Optimierung der Ausbringung von Düngemitteln, um unnötig hohe P-Konzentrationen im Boden und in Gewässern zu verhindern. Negative Umwelteffekte, die aus dem übermäßigen (= nicht von Pflanzen aufnehmbaren) Einsatz von Phosphor resultieren, sollen auf diese Weise vermieden und die Nachfrage nach

Phosphor insgesamt verringert werden. Nachfrageseitige Ansatzpunkte im Handlungsfeld Ausbringung wäre eine Reglementierung und bis hin zu einem Verbot der Nutzung von Phosphaten in Wasch- und Reinigungsmitteln für Textilien. Eine Voraussetzung für das Verbot in früheren Anwendungsfeldern war die Verfügbarkeit von Ersatzstoffen.⁴ Strittig ist heute der von der PHöchstMengV nicht betroffene Bereich der Geschirrrreiniger. Hier wäre eine Ausweitung des bestehenden Verbots der Phosphatnutzung in Spülmitteln denkbar.

Die relevanten Akteursgruppen in diesem Handlungsfeld sind vor allem Landwirte, Landwirtschaftskammern, Düngemittelhersteller, Betriebe der Massentierhaltung, Behörden (Überwachung) und Hersteller von Reinigungsmitteln.

4.3 Handlungsfeld: P-Recycling

Ein drittes Handlungsfeld ist die Förderung der Phosphor-Rückgewinnung insbesondere aus Klärschlamm, Klärschlamm-Asche sowie aus Gülle/Jauche/Mist aus der Intensivtierhaltung sowie aus tierischen Abfällen (Tiermehl, Knochen, Schlachtabfälle)⁵ mit dem Ziel der Herstellung einer möglichst geschlossenen Kreislaufführung von Phosphor. In diesem Prozess soll Phosphor aus dem jeweiligen Material zurück gewonnen werden, ohne dass enthaltene Schadstoffe hinzutreten. Angebotsseitig geht es um die Mobilisierung bislang nicht genutzter Phosphor-Stoffströme. Diese resultieren aus kommunalem und industriellem Abwasser und Klärschlamm, aus der Massentierhaltung (Gülle, Jauche, Mist) sowie aus Schlachtabfällen und Tiermehl. Diese Stoffströme werden momentan nicht bzw. nicht optimal genutzt. Grundsätzlich geht es dabei um das Schließen von P-Stoffkreisläufen. Der SRU geht in seinem Umweltgutachten 2008 von einem über 40-prozentigen Substitutionspotenzial für Phosphor aus P-Rückgewinnungsverfahren aus Abwasser, Klärschlamm und Klärschlammasche aus (SRU 2008: 705).

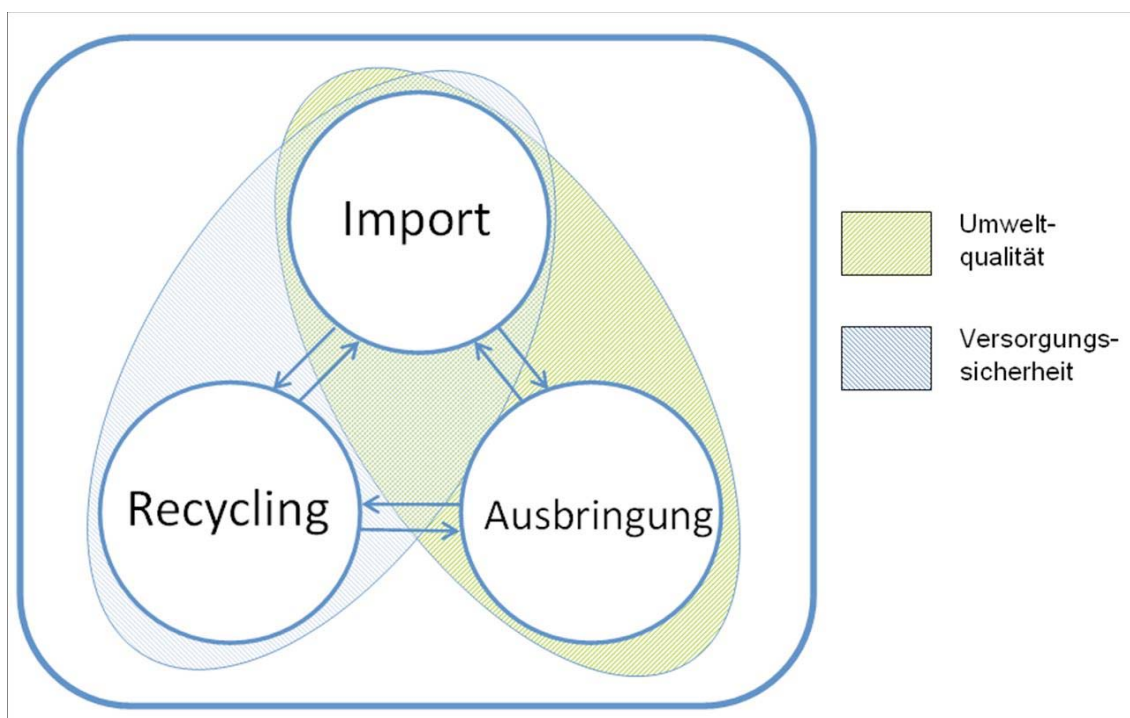
Phosphorrecycling ist nicht nur ökologisch, sondern langfristig auch ökonomisch sinnvoll und zweckmäßig, weil es die Abhängigkeit von Importressourcen verringert sowie zugleich die Umweltauswirkungen einer Phosphatwirtschaft (Abraum, Abwasser, Schwermetallfreisetzung etc.) im Ausland erheblich verringert. Zugleich eröffnet es Geschäftsfelder für Anlagenhersteller und Abwasserbehandler. Allerdings ist die P-Rückgewinnung im Vergleich zur Nutzung von Primär-Phosphat bislang mit relativ hohen Kosten verbunden (Knappe et al. 2007), so dass hier ein Steuerungsbedarf besteht.

⁴ Diese Funktion wird seitdem von Zeolithen und anderen absorptiv wirkenden Agenzien übernommen. Gleichzeitig ist die Wirkung der Ersatzstoffe ist nicht unumstritten (z.B. stehen Zeolithe im Verdacht Schwermetalle aus Flusssedimenten zu mobilisieren). Mit dem Argument solcher möglichen Nebenwirkungen wird z.B. von Mitgliedsstaaten der EU, die noch keine wesentlichen Einschränkungen haben, eine Lockerung der rigiden Beschränkungen (z.B. im HELCOM-Prozess) angestrebt.

⁵ Daneben gibt es weitere, quantitativ weniger bedeutsame Phosphorströme bspw. aus der Stahlerzeugung.

Zu den betroffenen Akteursgruppen in diesem Handlungsfeld zählen die Hersteller von phosphathaltigen Düngemitteln, Landwirte, Betriebe der Massentierhaltung, die Betreiber von Kläranlagen (i.d.R. Kommunen), P-Importeure, Bund und Länder (Forschungsförderung) sowie die Wissenschaft.

Abb. 4-1: Handlungsfelder einer Phosphor-Politik



Quelle: Eigene Darstellung (Werland/FFU)

Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass die Wissensbasis über Phosphor-Stoffströme bislang schwach ausgeprägt ist. Ein solches Wissen für alle relevanten Akteure verfügbar zu haben und kontinuierlich weiterzuentwickeln wäre jedoch die Grundlage eines effektiven Phosphor-Managements. Eine Ressourcenpolitik, die alle drei Handlungsfelder adressiert benötigt daher ein entsprechendes Monitoring-Instrument, mit dem die Hauptströme quantifiziert und Ansatzpunkte identifiziert werden können.

5 Politisch-rechtliches Umfeld

5.1 Bestehende Regulierungen⁶

Im Gegensatz zu dem Nährstoff Stickstoff unterliegt Phosphor aus landwirtschaftlichen Quellen keinem europäischen Regelungsansatz (Ekardt et al. 2010: 265ff). Auch auf nationaler Ebene bestehen nur vereinzelt Umweltschutzvorschriften. Bisherige Regulierungen der Phosphor-Nutzung entstanden ab den 1980er Jahren unter dem Eindruck von Umweltbelastungen durch eine übermäßige Ausbringung von Düngern und der Nutzung von Phosphor in Wasch- und Reinigungsmitteln, die zu Gewässereutrophierung führten, d.h. mit einer explizit ökologischen Zielsetzung.

In der **Phosphathöchstmengenverordnung** von 1980 wurde zunächst eine ordnungsrechtliche Reglementierung des Phosphatgehalts in Wasch- und Reinigungsmitteln für Textilien eingeführt. Mit der Aufnahme von Phosphor in den Schadstoffkatalog des **Abwasserabgabengesetzes** im Jahr 1990 wurde die Nutzung von Phosphat in diesem Anwendungsbereich verboten.

Um die bislang unreglementierte Ausbringungspraxis von phosphathaltigen Düngemitteln zu ändern, wurden im **Düngegesetz**, der **Düngemittelverordnung** (DüMV) und der **Düngeverordnung** (DüV) weiche Steuerungsmittel eingeführt. Diese umfassen Informationsverpflichtungen für Hersteller über die Zusammensetzung von Düngemitteln sowie Informations- und Dokumentationspflichten für Landwirte. Unter anderem müssen Landwirte den Nährstoffgehalt des Bodens regelmäßig durch Bodenproben untersuchen lassen und die Düngerausbringung dokumentieren.

Die Düngeverordnung zielt auf die Verminderung der aus der Ausbringung von Düngemitteln resultierenden Umwelteffekte. Grundsätzlich schreiben die in der Düngeverordnung festgelegten Vorgaben zur „Guten fachliche Praxis“ (GfP) vor, dass die Düngung an dem konkreten Bedarf der Pflanzen auszurichten ist. Für den Stoffstrom Phosphor sind dabei die folgenden Vorgaben relevant:

- Ausbringung soll sich an Bedarf der Pflanzen orientieren
- der tatsächliche Düngebedarf ist durch den Ausbringer des Düngers vor jeder Düngung zu ermitteln.
- mindestens alle 6 Jahre ist dazu eine Bodenuntersuchung hinsichtlich des Phosphatgehaltes durchzuführen (betrifft Schläge > 1ha).
- zudem ist jährlich ein betrieblicher Nährstoffvergleich in Form einer Flächenbilanz oder als aggregierte Schlagbilanz zu erstellen.

⁶ Die dargelegten rechtlichen Überlegungen sollen keine abschließende Prüfung darstellen, sondern auf ausgewählte juristische Probleme hinweisen. Eine Rechtsförmlichkeitsprüfung oder Rechtsfolgenabschätzung sind nicht Gegenstand des Vorhabens.

- Beim Überschreiten bestimmter Grenzwerte für N ist die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern auf Acker- und Grünland verboten.
- Ausbringungsverbot für phosphathaltige Düngemittel in den Wintermonaten und auf wassergesättigten, überschwemmten, schneebedeckten oder gefrorenen Böden sowie in Gewässernähe und auf geneigten Ackerflächen.
- Für P_2O_5 wird gemäß der GfP ein maximaler Überschuss von 20 kg/ha toleriert. (§6 DüV)

Die Zulassung von Düngemitteln ist im deutschen Düngegesetz, der **europäischen Düngemittelverordnung** (EG-DüMV) sowie der deutschen Düngemittelverordnung geregelt. Während die EG-DüMV bislang keine Grenzwerte für Schadstoffe beinhaltet, formuliert die deutsche Düngemittelverordnung für Cadmium aus Vorsorgegründen eine Begrenzung des zulässigen Gehaltes. Die deutsche DüMV bezieht sich allerdings lediglich auf solche Düngemittel, die nicht als „EG-Düngemittel“ nach EG-DüMV zugelassen sind.

Aspekte wie Umweltbelastungen aus dem Abbau von Rohphosphat (Umweltbelastung vor Ort, TMR) und die Problematik der Knappheit von landwirtschaftlich nutzbarer Primärphosphaten werden bislang weder auf europäischer, noch auf deutscher Ebene behandelt; eine internationale Zertifizierung, wie sie in anderen Bereichen eingerichtet wurde (z.B. Biokraftstoffe), existiert bislang ebenfalls nicht. Eine entsprechende Regelung zum Thema Phosphor-Ressourcen ist im geltenden Ordnungsrecht bisher nicht erfolgt (Ekhardt et al. 2010: 270); als weiterer Kritikpunkt wird dort die nach wie vor unzureichende Umsetzung der – ohnehin schon wenig ambitionierten – rechtlichen Vorgaben genannt.

Eine umfassende Phosphor-Strategie muss demnach auf die Regulierung des internationalen Phosphor-Stoffstroms abzielen und neben der Ausbringung auch auf die Dimensionen Phosphor-Importe und Phosphor-Rückgewinnung abzielen. Hier ist die EU der geeignete Adressat für Handlungsempfehlungen. Insgesamt zeigt sich das Fehlen eines einheitlichen Rechtsrahmens für nachhaltiges Ressourcenmanagement.

5.2 Ansatzpunkte für ein nachhaltiges Phosphormanagement

Ein naheliegendes Instrument der Phosphor-Mengensteuerung könnte ein Umschichten der EU-Agrarsubventionen hin zu Subventionen auf Umweltdienstleistungen und weg von der Intensiv-Viehwirtschaft sein.

Auf EU-Ebene wird die Ausbringung von Düngemitteln u.a. durch die Nitratrichtlinie⁷ geregelt. Diese bezieht sich zwar bisher nur explizit auf Nitrat, ist aber grundlegend auch auf andere in Düngemitteln enthaltene Rohstoffe erweiterbar. Die Richtlinie zielt auf die Verhinderung des diffusen Eintrags von Nährstoffen in Gewässer, wobei die

⁷ Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen

Landwirtschaft als Hauptverursacher benannt wird, und verweist auf die „Förderung einer guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft“ als zentralen Ansatzpunkt. Ein weiterer Ansatzpunkt auf EU-Ebene ist die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), die den „guten ökologischen Zustand“ von Gewässern zum Ziel hat.

Weitere Regelungen, die als potenzielle Anknüpfungspunkte einer Phosphor-Ressourcenpolitik dienen können, sind wie folgt:

- Abwasserabgabengesetz (AbwAG): Festlegung von Abgaben für die Einleitung von Abwasser in ein Gewässer; Phosphor wird hier explizit als Schadstoff aufgeführt
- Ökodesign-Richtlinie: diese ist bislang ausschließlich auf Energienutzung ausgerichtet, perspektivisch könnte z.B. die Beschaffenheit von Düngern in sie integriert werden; mögliche Anforderungen sind z.B. Recycling-Anteil, problematische geogene Verunreinigungen wie Cd oder U, Globaler Materialaufwand, Land Use)
- Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung - Richtlinie (IVU-Richtlinie): Nach der europäischen IVU-Richtlinie müssen industrielle und landwirtschaftliche Tätigkeiten bestimmte Umweltauflagen erfüllen (Genehmigungspflicht). Zu den betroffenen Einrichtungen zählen auch Müllverbrennungsanlagen für Siedlungsabfall, in denen momentan ca. die Hälfte des Klärschlammes entsorgt werden.
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz: Relevanz in Bezug auf P-Recycling aus Klärschlämmen.
- EG-Ökolandbau-Verordnung: Der Einsatz von Düngemitteln und Phosphaten zur Bodenverbesserung wird nicht ausgeschlossen, jedoch besteht mit dem Verbot der Nutzung synthetischer Düngemittel hier eine für den P-Stoffstrom relevante Regulierung.

6 Mögliche Instrumente nach Handlungsfeldern

Die Defizitanalyse hat gezeigt, dass der Fokus auf ein einzelnes Handlungsfeld nicht ausreicht, um den Phosphor-Stoffstrom besser auf eine nachhaltige Entwicklung auszurichten. Um die oben formulierten Ziele einer Ressourcenpolitik zu realisieren ist ein ganzheitlicher Ansatz erforderlich. Zwischen den drei genannten Handlungsfeldern bestehen Wechselwirkungen. Daher wird im Folgenden ein Instrumentenmix (Policy-Mix) entwickelt, der alle Handlungsfelder berücksichtigt und Synergien erzeugen und nutzen soll.

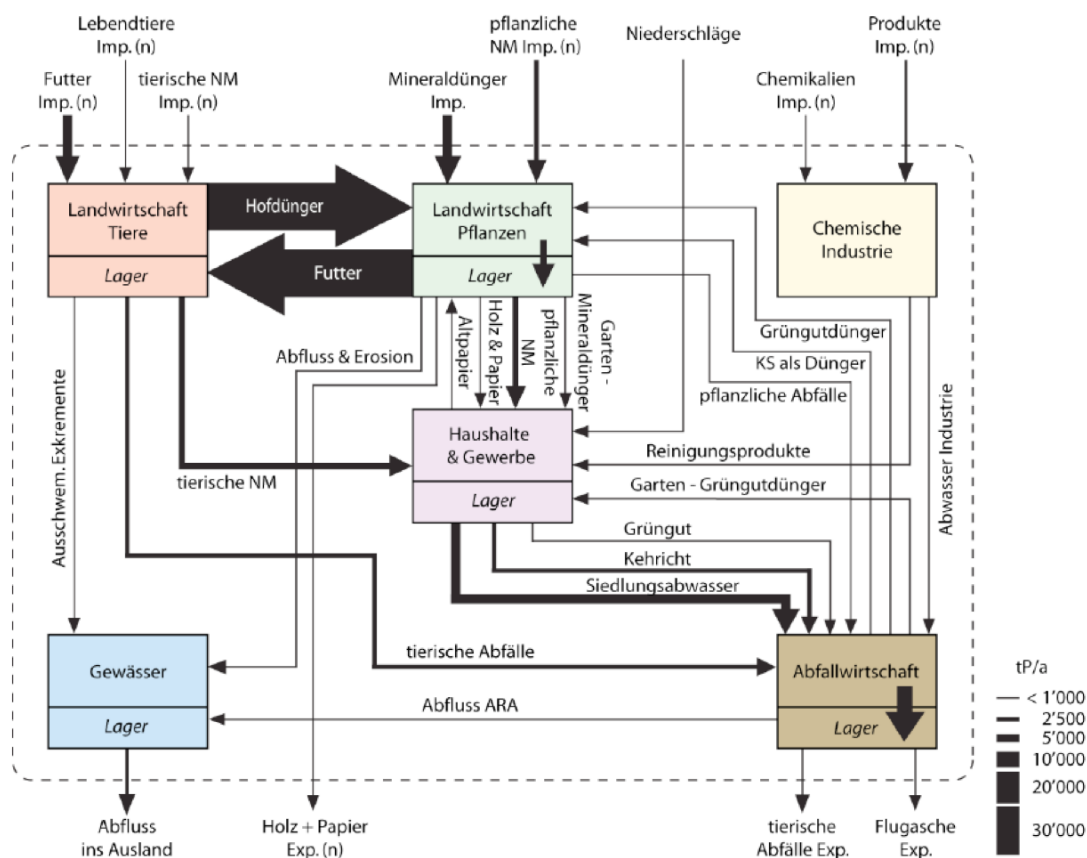
6.1 Basis: Etablierung eines Phosphor Informations- und Monitoringsystems

Bis heute werden die Phosphor-Stoffströme überwiegend punktuell und akteursspezifisch erfasst. Die mit – teils erheblichen – Unsicherheiten belasteten Erhebungen, die

der Berechnung der Phosphor-Stoffströmen zugrunde liegen, lassen sich nicht unbedingt zu einem konsistenten Gesamtbild zusammenfügen. Ein solches wird auch dadurch erschwert, dass manche zur Berechnung der Stoffströme erforderlichen Messgrößen nicht regelmäßig erfasst werden und daher verschiedene Bezugsjahre ausgewertet werden müssen; dies gilt analog auch für die Verallgemeinerung von regionalen Messgrößen, welche auf die Bundesrepublik übertragen werden. Aus diesem Grund sollte ein umfassendes *Informations- und Monitoringsystem Phosphor* entwickelt werden, mit dem der gesamte Stoffhaushalt tiefer verstanden und dadurch gezielter gesteuert werden kann. Dies ist angesichts der Bedeutung für die Nahrungsmittelsicherheit eine öffentliche Aufgabe. Für die Schweiz wurde im Auftrag des schweizerischen Bundesamts für Umwelt (Bafu) eine Stoffflussanalyse durchgeführt, die die Phosphorflüsse der Schweiz (inklusive ihrer Fehlerbereiche) für das Bezugsjahr 2006 quantifiziert und als erforderliche Wissensbasis die Ableitung von Handlungsoptionen unterstützt (Binder et al. 2009).

Die Abb. 6-1 zeigt die Ergebnisse der Schweizer Stoffflussanalyse für das Gesamtsystem schematisch.

Abb. 6-1: Stoffflussanalyse Schweiz für das Jahr 2006



Quelle: Binder et al. 2009

Eine analog für Deutschland durchgeführte Stoffflussanalyse könnte die Basis eines Phosphor-Informations- und Monitoringsystems (PIM) darstellen, das mittels Informationspflichten für zentrale Akteure eine kontinuierliche Beobachtung der wichtigsten Phosphorflüsse ermöglichen würde.

Obwohl die Konsistenz die ganzheitliche Untersuchung des Stoffhaushalts erfordert, ist im Hinblick auf die drei in Kap. 4 identifizierten Handlungsfelder Importe, Ausbringung und Recycling die Untersuchung folgender Stoffflüsse von besonderer Bedeutung:

- Importe: Phosphorimporte in verschiedenen Handelsgütern (Phosphor, Rohphosphate, Düngemittel, Wasch- und Reinigungsmittel etc.);
- Ausbringung: Einsatzmengen und mittelfristiger Verbleib von Hofdüngern und Kunstdüngern, Futtermitteln und Klärschlämmen;
- Recycling: Anteil von Sekundärphosphat in Kunstdüngern; Informationen zum Aufkommen und der Reinheit des anthropogenen Urinstroms.

Zum Aufbau eines Phosphor-Informations- und Monitoringsystems (PIM) auf nationaler Ebene werden somit Informationen vor allem folgender Akteure benötigt:

- Düngemittelhändler (internationaler Handel)
- Düngemittelhersteller⁸
- Spül-, Wasch- und Reinigungsmittelhersteller
- Tierhaltungsbetriebe
- Landwirtschaftliche Betriebe
- Kläranlagenbetreiber

Es ist denkbar, von diesen Akteuren wichtige, bisher nicht ausreichend bekannte Informationen abzufragen, ggf. über eine Informationspflicht. Die Datenanalyse eines optimal eingestellten PIM⁹ erlaubt, die Datenbeschaffung effizient zu gestalten und dem Niveau der akzeptablen Unsicherheiten anzupassen.

Neben der Untersuchung dieser stoffflusssystemrelevanten Größen können weitere Analysen in ausgewählten Bereichen erhöhten Interesses durchgeführt werden. Beispielsweise könnte man die Außenhandelsstruktur Deutschlands in Bezug auf Phosphate analysieren:

- Bewertung der Phosphat-Importabhängigkeit differenziert nach Verarbeitern (Düngerproduzenten) und Endverbrauchern; auch ist mit Intensitätsunterschieden der P-

⁸ Die Herstellung von Düngemitteln ist weniger transparent als andere Bereiche. Nach Auskunft des Statistischen Bundesamts, Abteilung für Produktionserhebungen, ist der Bereich der Phosphate-Produktion nicht öffentlich (Kühn 2010).

⁹ Die vertiefte Kenntnis des Systems bezieht auch die Unsicherheiten und die Dynamik der einzelnen Stoffflüsse mit ein. Erst auf dieser Informationsbasis ist es möglich, die finanziellen Ressourcen effizient für die Überwachung des Systems einzusetzen.

Düngerabhängigkeit zwischen verschiedenen Landwirtschaftsbranchen zu rechnen;

- Bewertung der Phosphat-Importabhängigkeit differenziert nach Hauptimportländern bzw. der Handelskette vom Rohphosphat über die Zwischenprodukte bis zum Düngemittel. Insbesondere einzubeziehen ist hier exemplarisch die Untersuchung, wie schnell sich solche Strukturen veränderten bzw. verändern können.

Akteur	Gegenstand der Informationspflicht		Input/Output-orientierte Informationspflicht
Düngemittelhersteller	Phosphor	Menge + Herkunft	Input
Spül-, Wasch- und Reinigungsmittelhersteller	Phosphor	Menge + Herkunft	Input
Tierhaltungsbetriebe	Hofdünger, tierische Abfälle	Menge + Verbleib	Output
	Futter	Beschaffenheit, Menge + Herkunft	Input
Landwirtschaftliche Betriebe	Düngemittel	Beschaffenheit, Herkunft, eingesetzte Menge	Input
Kläranlagenbetreiber	Klärschlamm	Menge + Verbleib	Output

Die genannten Akteure sollten die aufgeführten Informationen z.B. einmal jährlich an eine zuständige Behörde (z.B. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, BLE) liefern, die mit diesen Daten und Abschätzungen zu den sonstigen relevanten Phosphorflüssen ein derartiges PIM aufbauen, betreiben und der Bundesregierung bzw. den relevanten Akteuren die zur Politik- und Marktentwicklung benötigten Informationen bereitstellen würde. Auf die Thematik der Nichteinhaltung von Informationspflichten bzw. deren Zuverlässigkeit sei hingewiesen.

Zu prüfen wäre, inwieweit eine gut funktionierende Phosphor Informations- und Monitoringsystem die Kosten der Informationsbeschaffung und den Aufwand für Informationspflichten minimal halten kann.

6.2 Handlungsfeld Importe

6.2.1 Moderne Regulierung / hybride Formen von Governance

Teilinstrument: Importrestriktionen und Schadstoffimport-Abgabe

Im Handlungsfeld Importe geht es um die Verringerung der Importabhängigkeit bei einem nicht substituierbaren Rohstoff. Eine Verringerung des Phosphor-Imports kann durch eine nachfrageseitige Verringerung des inländischen Verbrauchs oder eine angebotsseitige Erhöhung der inländischen Phosphor-Rückgewinnung erzielt werden. Allerdings werden diese Schritte nicht automatisch erfolgen. Sie erfordern vielmehr die

Etablierung geeigneter Anreizstrukturen. Eine Beeinflussung (Verknappung oder Verteuerung) des Angebots an Primär-Phosphor und Düngemitteln aus Rohphosphat kann eine solche Steuerungswirkung unterstützen.

Der in Deutschland eingesetzte Primär-Phosphor wird importiert. Ein partielles **Importverbot** würde den radikalsten Handlungsansatz im Bereich Importbeschränkung darstellen. Eine solche Intervention in internationale Märkte unterliegt einer besonders strengen Begründungspflicht. Hier sollte juristisch geprüft werden, inwiefern sich analog z.B. der RoHS-Direktive¹⁰ die Verunreinigung von Phosphor mit Schwermetallen (insbesondere mit Uran und Cadmium) in Verbindung mit der Zielsetzung einer Verringerung des Risikos für die Gesundheit und die Umwelt als Grundlage einer Importrestriktion heranziehen lassen würde. Ein möglicher Ansatzpunkt wäre die Einführung eines Artikels in die Europäische Düngemittelverordnung analog §3 der deutschen Düngemittelverordnung. Dieser knüpft die Zulassung von Düngemitteltypen mit der Maßgabe, dass *„Düngemittel auch hinsichtlich ihrer nicht typbestimmenden Bestandteile bei sachgerechter Anwendung die Fruchtbarkeit des Bodens, die Gesundheit von Menschen, Haustieren und Nutzpflanzen nicht schädigen und den Naturhaushalt nicht gefährden.“* (§3(1)1.).

Ein etwaiges Importverbot für belastetes Phosphat und für belastetes Düngemittel könnte faktisch durchgesetzt werden, indem Düngemittel, die einen bestimmten Grenzwert für Schadstoffe überschreiten, nicht mehr auf dem Markt zugelassen werden. Technische Anforderungen an synthetische Düngemittel, die als Basis für eine Importregulierung genutzt werden könnten, sind in der EG-Düngemittelverordnung (EG-Verordnung 2003/2003) dargelegt. Die Verordnung formuliert bislang allerdings keine Grenzwerte für die maximal zulässige Schadstoffbelastung von Düngemitteln. Dünger, die die Anforderungen der Verordnung erfüllen, können als „EG Düngemittel“ gekennzeichnet werden. Damit sind sie in der gesamten EU frei verkehrsfähig. Anders als die Europäische Düngemittelverordnung (EG-DüMV) enthält die deutsche Düngemittelverordnung Grenzwerte für die Cadmiumgehalte von Düngemitteln. Allerdings fallen solche Düngemittel, die nach EG-DüMV als EG-Düngemittel zugelassen und gekennzeichnet sind, nicht unter die deutsche Düngemittelverordnung. Eine Importbeschränkung bzw. ein Importverbot müsste demnach auf Europäischer Ebene formuliert werden. Eine Einbeziehung des Schadstoffgehalts in die EG-DüMV besitzt insofern eine Realisierungschance, als dass in Eingangsklausel (15) explizit auf die mögliche Schadstoffbelastung von Düngemitteln und eine mögliche zukünftige Verordnung verwiesen wird. Während für Cadmium bereits Diskussionen über konkrete Grenzwerte stattfinden (Dittrich / Klose 2008), ist für Uran noch kein entsprechender Prozess vorgesehen.

Als eine Abstufung zu einem Importverbot wurde auf dem MaRes Phosphor-Workshop im März 2010 eine **Schadstoffabgabe** in Form einer Importabgabe auf

¹⁰ Richtlinie 2002/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 2003 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten.

Rohphosphate sowie phosphathaltige Mineraldünger und Vorprodukte – entweder begründet durch den Gehalt an gefährdenden Stoffen (z.B. Cadmium, Uran,) oder direkt auf Phosphat (Umweltbelastungen) analog dem AbwAG thematisiert. Sowohl Phosphor als auch Cadmium und Uran sind im AbwAG als Schadstoffe aufgeführt. Importabgaben umfassen nach der Definition im „Europäischen System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen“ (ESVG 1995)¹¹ „alle Zwangsabgaben, ausgenommen die MwSt., die vom Staat oder von Institutionen der Europäischen Union auf eingeführte Güter, die in den freien Verkehr des Wirtschaftsgebiets eingehen, oder auf Dienstleistungen, die von gebietsfremden Einheiten für gebietsansässige Einheiten erbracht werden, erhoben werden“. Darunter fallen Zölle und Importsteuern. Unter Importsteuern werden die folgenden Abgaben aufgezählt:

- Abschöpfungsbeträge auf importierte landwirtschaftliche Erzeugnisse;
- Währungsausgleichsbeträge, die beim Import erhoben werden;
- allgemeine und spezielle Verbrauchsabgaben auf importierte Güter, wenn dieselben Steuern auf vergleichbare inländische Güter durch die produzierende Einheit selbst entrichtet werden;
- allgemeine Umsatzsteuern auf den Import von Waren und Dienstleistungen;
- Abgaben auf bestimmte Dienstleistungen, die von gebietsfremden Unternehmen für gebietsansässige Einheiten im Wirtschaftsgebiet erbracht werden;
- an den Staat abgeführte Gewinne von öffentlichen Unternehmen, die das Importmonopol für bestimmte Waren oder Dienstleistungen besitzen.

Künftige Arbeiten müssten aus rechtswissenschaftlicher Sicht klären, inwieweit diese Kategorien im Politikfeld Phosphor nutzbar sind. Rechtlich zu prüfen wäre ferner, inwieweit sich Restriktionen von Phosphorimporten mit dem Argument der Gesundheitsgefährdung (im Sinne von Unbedenklichkeit) rechtfertigen lassen.

Ein solches Vorgehen der Importregulierung scheint zunächst insbesondere unter handelsrechtlichen Aspekten problematisch, da es an der Landesgrenze (Importe) ansetzt. Einheimische Produzenten würden aus der Regelung ausgenommen und insofern begünstigt. Zwar wird in Deutschland kein Phosphor abgebaut, jedoch findet sich hier ein prinzipieller Verstoß gegen das WTO-Prinzip der Gleichbehandlung; eine inländische Phosphor-Rückgewinnung, wie sie im Handlungsfeld „Recycling“ angestrebt wird, würde in diesem Zusammenhang zusätzliches Konfliktpotenzial hervorbringen. Insbesondere wäre hierbei zu klären, inwieweit es sich bei Primär- und Sekundärphosphor um unterschiedliche Produkte handelt. Grenzwerte, die den Import von schadstoffbelastetem Phosphat wirtschaftlich uninteressant machen würden und damit einen indirekten Einfluss auf den Import ausüben könnten, müssten vermutlich in einem Gesetzestext oder einer Verordnung definiert werden.

¹¹ Europäisches System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen (ESVG 1995)
<http://circa.europa.eu/irc/dsis/nfaccount/info/data/ESA95/de/esa00162.htm>

Modellhafte Berechnung einer Schadstoffabgabe analog dem Abwasserabgabengesetz (AbwAG)

Uran ist im Gegensatz zu Cadmium nicht im AbwAG als Schadstoff aufgeführt. Daher wird hier eine Schadeinheit beispielhaft angenommen. Der Wert der von 50g pro Schadeinheit (SE) ist dabei nicht wissenschaftlich abgeleitet, sondern zu demonstrationszwecken „frei“ zwischen Quecksilber (20g pro SE) und Cadmium (100g pro SE) angesiedelt. Der durchschnittliche Uran-Gehalt von Phosphat-Düngern, die in Deutschland zum Einsatz kommen (283mg/kg P_2O_5) ist aus der Bundetags-Drucksache 16/11539 übernommen.

Das AbwAG definiert 100g Cadmium als eine SE. Für den durchschnittlichen Cadmium-Gehalt in Düngemitteln wurden Untersuchungen von Vergleichsdüngern (hier: Tripelsuperphosphat, TSP) im Rahmen der Förderinitiative Kreislaufwirtschaft für Pflanzennährstoffe herangezogen. Die Untersuchung der TSP-Probe (N=1) ergab einen Cadmium-Gehalt von 20,19 mg/kg bei einem P_2O_5 -Gehalt von 42 %. Der Grenzwert der Düngemittelverordnung liegt bei 50 mg/kg bezogen auf Phosphorpentoxid.

Bei der Umrechnung ist erkennbar, dass der Grenzwert gerade noch eingehalten wird ($0,42 \cdot 50 \text{ mg/kg} = 21 \text{ mg/kg}$). Die Gehalte von Cadmium in Tripelsuperphosphat (weltweit) liegen in Abhängigkeit der Roherzqualität zwischen 10 und (>) 100 mg/kg (Quelle: IFA, Technical Conference Chennai, 2002). Die zugestandenen Cadmium-Gehalte in P-Düngern sind länderspezifisch uneinheitlich geregelt (z.B. Deutschland 50 mg/kg, Finnland 20 mg/kg, Österreich 75 mg/kg, jeweils bezogen auf P_2O_5). Das führt im Ergebnis dazu, dass die Exporteure resp. Düngemittelhersteller die Qualitäten falls erforderlich mischen (schwermetallreiche sedimentäre mit schwermetallarmen magmatischen oder sedimentäre mit hohen / niedrigen Schwermetallgehalten), bis der zulässige Gesamtgehalt für das jeweilige Land erreicht wird. Bei den primären Gütern ist diese Vorgehensweise erlaubt, bei Abfällen (z.B. Klärschlammasche) ist dieses „Heranmischen“ an einen Grenzwert hingegen verboten (Verdünnungs- resp. Vermischungsverbot). Eine Untersuchung der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft zeigt auf, dass Phosphatdünger einen mittleren Cd-Gehalt um 60 mg/kg (N=36) aufweisen (Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 3/2008). Bei den untersuchten Düngern handelte es sich um sog. EU-Dünger. Die Europäische Kommission hatte in 2003 einen Grenzwert für EU-Dünger von 60 mg/kg vorgeschlagen. Vor diesem Hintergrund ist es zulässig, für das Berechnungsbeispiel eine Cd-Belastung im Bereich des Grenzwertes anzunehmen.

	Durchschnittl. Schadstoffgehalt	Grenzwert lt. Deutsche DüMV
Cadmium	50 mg/kg P_2O_5	50mg/kg P_2O_5
Uran	283 mg/kg P_2O_5	n.V.

Bei einer Ackerfläche in Deutschland von $12 \cdot 10^6 \text{ ha}$ und einer Ausbringung von 317.000 t P_2O_5 in 2007 / 2008 ergibt sich die folgende Bodenbelastung:

- für Cadmium: $(317 \cdot 10^6 \text{ kg/a} \cdot 0,05 \text{ gCd/kg}) / 12 \cdot 10^6 \text{ ha} = 1,32 \text{ gCd}/(\text{ha} \cdot \text{a})$
- für Uran $(317 \cdot 10^6 \text{ kg/a} \cdot 0,283 \text{ gU/kg}) / 12 \cdot 10^6 \text{ ha} = 7,48 \text{ gU}/(\text{ha} \cdot \text{a})$

Wenn man eine Abgabe auf Schadstoffe in Analogie zum AbwAG nach Schadeinheiten konzipieren würde, wäre pro Schadeinheit (SE) eine Abgabe in Höhe von 35,79 € zu entrichten. Die Annahmen lauten:

1 SE (Cadmium) = 100 g_{Cd}:

$$(317 \cdot 10^3 \text{ t} \cdot 50 \text{ gCd/t}) / 100 \text{ gCd/SE} = 158.500 \text{ SE}$$

Abgabe aus Import von „Cadmium in phosphathaltigen Düngern in Höhe von 5.675.715 €

Annahme: 1 SE (Uran) = 50 g_U

$$(317 \cdot 10^3 \text{ t} \cdot 283 \text{ gU/t}) / 50 \text{ gU/SE} = 1.794.220 \text{ SE}$$

Abgabe aus „Uran-Import“ in Höhe von 64.215.134 €.

Daraus ergibt sich eine Abgabensumme (Cadmium + Uran) in Höhe von jährlich ca. 70 Mio. €, entsprechend etwa 22 Cent je kg P_2O_5 .

Das aus der Schadstoffabgabe resultierende Einkommen könnte beispielsweise für Bodenbeprobungen und ein Trainingsprogramm in der Landwirtschaft und für ein Markteinführungsprogramm für Monoverbrennungsanlagen genutzt werden.

6.3 Handlungsfeld Ausbringung

6.3.1 Moderne Regulierung / hybride Formen von Governance

Wie oben erwähnt besteht praktisch kein Ordnungsrecht im Bereich der Ausbringung; die bisherigen Regelungen sind auf Waschmittel beschränkt bzw. als weiche Anforderungen im Bereich der Landwirtschaft formuliert. Die Normadressaten, also die Landwirte, befinden sich im Zielkonflikt zwischen ökonomischen und ökologischen Interessen sowie Handlungsrouinen; die Anreize zugunsten eines nachhaltigen Phosphormanagements sind bislang zu schwach ausgeprägt, so dass weitere Instrumente erforderlich sind. Im Folgenden sind geeignete Instrumente aufgeführt.

Teilinstrument: Ausweitung des Nutzungsverbots von Phosphaten auf Spülmitteln für Geschirrspülmaschinen

Ein relativ einfach durchzusetzender Schritt wäre die Ausweitung des Nutzungsverbots von Phosphor zur Herstellung von Maschinen-Spülmitteln, die bisher vom Verbot nicht erfasst werden. Das Schließen dieser Gesetzeslücke würde vermutlich einen geringen, jedoch kontinuierlichen Effekt auf die Nutzung von Phosphaten aufweisen.

Gleichzeitig weisen viele der möglichen Substitutionsmaterialien eine deutlich höhere Umweltwirkung auf. Daher müssen zugelassene Ersatzstoffe toxikologisch unbedenklich und vollständig biologisch abbaubar sein.

Teilinstrument: Wissensgenerierende Instrumente für die Nutzung von P in der Lebensmittelproduktion

Denkbar wäre ein Label, das den spezifischen Phosphorverbrauch für Nahrungsmittel anzeigt bzw. eine Art Ressourcenengels für Lebensmittel mit geringem Verbrauch von Phosphor. Dieses müsste über den Lebenszyklus von Landwirtschaft und Nahrungsmittelindustrie verifiziert und verankert werden. Es könnte auch als Grundlage für differenzierte MwSt-Sätze dienen (vgl. MaRes AS3.2).

Teilinstrument: Instrumente zur Bewertung und Zurechnung der Kosten

Darunter wären Instrumente zur Bewertung und Zurechnung der Kosten von Eutrophierung zu verstehen; sie würden einen Wissenstransfer von regionaler Überlastung hin zu Verursachern erleichtern. Die Internalisierung von externen Kosten, die durch diffuse übermäßige Nährstoffeinträge in Gewässer entstehen (auch: Schadstoffanreicherung in Böden durch die Ausbringung von Düngern), würde durch ein regional

differenziertes Bewertungsschemas für Schadenskosten begünstigt. Dabei ist es schwierig, die Quellen der Belastung auszumachen und so die externen Kosten eindeutig einem Verursacher zuzuordnen. Im Bereich der integrierten Bewertung liegen durchaus vielversprechende Arbeiten vor, die unter diesem Hintergrund ausgewertet werden könnten. In den Bereichen Wasser und Naturschutz ist der Ansatz der Kompensation etabliert. Entscheidend wäre ein Wissenstransfer hin zu den Verursachern in den Regionen, in denen eine Überlastung der Umweltkompartimente stattfindet. Instrumentell wäre es denkbar, eine regional differenzierte Phosphatabgabe zu erheben, wonach z.B. drei Hebesätze in unterschiedlich belasteten Regionen erhoben werden (vgl. nächstes Teilinstrument).

6.3.2 Ökonomisch-fiskalische Ansätze

Teilinstrument: Düngemittel- bzw. Phosphatabgabe bzw. -steuer

Im europarechtlichen Kontext sind Umweltsteuern und -gebühren erlaubt, wenn sich die als Besteuerungsgrundlage dienenden Handlungen als eindeutig umweltschädigend auswirken (KOM (97) 9). Im Zuge der sog. ökologischen Steuerreform wurden die Umweltsteuern in Deutschland in der Periode 1999 bis 2003 von 2,1% auf 2,7% des Bruttoinlandsprodukts erhöht. Bis zum Jahr 2007 sind sie jedoch wieder auf 2,2% des BIP gefallen und liegen damit inzwischen deutlich unter dem europäischen Durchschnitt von 2,7% (Eurostat 2009). Darüber hinaus hat Deutschland, anders als z.B. Dänemark, Schweden, Italien, Großbritannien und die Niederlande, auf Bundesebene bislang keine Steuern auf Rohstoffe außer den Energieträgern.

In Bezug auf Phosphor lässt sich mit dem Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen argumentieren, der einen sparsamen Einsatz und die Schonung der nicht substituierbaren Ressource Phosphor erforderlich macht. Dieses Argument zielt letztlich auf den dauerhaften Erhalt lebensnotwendiger Ökosystemdienstleistungen ab, geht also über die klassische negative Externalität hinaus.

Der Einsatz von Phosphor in der Landwirtschaft hat über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg in nicht unerheblichem Maße direkte und indirekte Umweltwirkungen. Insofern ist ein ökonomisches Anreizinstrument als konsequent mengenorientierter input-orientierter Steuerungsansatz rational. Der SRU hat sich verschiedentlich für Abgabelösungen im Bereich der Landwirtschaft ausgesprochen;¹² Möckel (2007: 176) befürwortet eine Phosphatabgabe.

Einige EU-Mitgliedstaaten führten bereits eine Steuer- oder Abgabensystem für Phosphate oder phosphathaltige Düngemittel ein:

- Schweden seit 1984,

¹² SRU, Umweltgutachten 2004, Rn. 324 ff.; SRU, Umweltgutachten 2008, Rn. 1006 ff., wobei die Forderung nach einer Stickstoffabgabe mittlerweile der einer Stickstoffüberschussabgabe gewichen ist.

- Dänemark seit 1996

Finnland und Österreich hatten bis zu ihrem EU-Beitritt ein Abgabensystem auf mineralische Düngemittel (Möckel 2007). Die Motivation in Finnland bestand in der Reduktion der landwirtschaftlichen Überproduktion (Nienhaus / Knickel 2004, European Commission 2001). 1990 wurde eine spezifische Phosphorsteuer eingeführt, die später durch eine Stickstoffsteuer ersetzt wurde. Nienhaus / Knickel (2004: 62) kommen bei der Bewertung zu dem Schluss, dass die aus der Einführung der Steuer resultierende Preiserhöhung bei Düngern um 72% keinen ausschlaggebenden Effekt auf die Verwendung von Düngemitteln gehabt habe; Möckel (2007) nennt Preiselastizitäten von $-0,1$ – $-0,8$, d.h. dass eine Abgabe durchaus Wirkungen zeigen würde. Die Niederlande haben seit 1998 eine Abgabe auf N-/P-Überschüsse eingerichtet (Mineral Accounting System – MINAS).¹³ Ziel der Regulierung ist die Vermeidung von Umwelteffekten aus Überdüngung. Die dänische Regulierung in Form einer Stickstoffabgabe wurde durch Umweltprobleme (Eutrophierung) und Trinkwasserprobleme motiviert; zwar ist die Steuer auf N ausgelegt, dabei werden jedoch auch PKN-Dünger mitefassen. Allerdings kommen Nienhaus / Knickel zu dem Ergebnis, dass die dänische N-Abgabe keinen Effekt bewirkt, da „in der Praxis fast alle landwirtschaftlichen Betriebe von der Stickstoffabgabe befreit [sind]“ (2004: 61).

Grundsätzlich wäre eine europäische bzw. internationale Regelung zu befürworten. Die erwartete Wirkung einer derartigen Abgabe wäre, dass eine Verteuerung des Materials zu einem vorsichtigeren Einsatz auf dem Feld, zu einer tendenziell sinkenden Nachfrage und zu einer Dynamisierung des Marktes mit Sekundärphosphat bzw. Recyclingprodukten führt (die Einschätzungen der Obergrenze liegt bei 40%;)(SRU 2008). Obendrein dürfte der Kommunikationsaspekt der öffentlichen Debatte dazu führen, dass die Landwirte zumindest starke Anreize zum Hinterfragen von Handlungsrouinen und zur standortoptimierten Düngung erhalten.¹⁴

Ein grundsätzlicher Vorteil ökonomischer Lösungen ist darüber hinaus, dass Risiken des Rebound-Effekts reduziert werden. Wenn es aufgrund einer Standardsetzung oder ordnungsrechtlicher Ansätze zu einer verringerten Nachfrage kommt, sinkt der Preis und die Risiken einer daraufhin erhöhten Nachfrage bzw. andere Ausweichreaktionen erfordern ein ordnungsrechtliches Nachbessern. Ein über einen definierten Zeitraum steigender Abgabensatz würde demgegenüber einen dauerhaften Impuls zu reduzierter Mengennachfrage generieren

Eine Abgabe auf Primärphosphat könnte bei den Düngemittelherstellern erhoben werden, um den Vollzug zu erleichtern; Möckel (2007) schätzt der Verwaltungsaufwand als gering ein. Sie sollte als Verbrauchssteuer i.S. von Art 106 Abs. 1 Nr. 2 GG mit dem Ziel, den Mittelverbrauch zu reduzieren, konzipiert werden. Die Gesetzgebungskompetenz stünde damit dem Bund zu (ebd). Dabei wäre sicherzustellen, dass Sekundär-

¹³ Vgl. COM/ENV/EPOC/CTPA/CFA(2004)67/FINAL

¹⁴ Das Verhaltensmuster der Reaktanz, d.h. einer Trotzreaktionen, dürfte gering sein, da Landwirte die Düngung als Mittel zum Zweck ansehen.

dünger ausgenommen bleibt bzw. Anreize zum Inverkehrbringen von hochwertigem nicht-schadstoffbelasteten sekundärphosphorhaltigem Dünger eingeführt werden. Ein pragmatischer Ansatz wäre es, dass Düngemittelherstellern die Möglichkeit gegeben wird, Primärphosphate mit Sekundärphosphaten soweit zu strecken, bis der Grenzwert eingehalten wird. Auf diese Weise könnten Sekundärprodukte sukzessive in den Markt eingeführt werden. Zudem müssten Anreizstrukturen für den ökologischen Landbau bestehen bleiben. Anzumerken ist, dass (a) auch eine Zertifikatelösung in Erwägung gezogen werden kann (Ekardt et al. 2010) und (b) ordnungsrechtliche Lösungen wie z.B. eine Beimischungsquote ebenfalls denkbar sind.

Ausführliche, international vergleichende Untersuchungen über den Einfluss von Düngemittelpreisen auf die Preise von landwirtschaftlichen Produkten fehlen bislang weitgehend. Nienhaus / Knickel kommen zu dem Schluss, dass die Einführung der Steuer in Finnland zu keinen Preissteigerungen bei Getreide geführt habe (2004: 62f). Zumindest für die EU kann davon ausgegangen werden, dass der Effekt von Düngemittelpreisen auf die Preise von Nahrungsmitteln durch Agrarsubventionen weitestgehend überdeckt wird. International gesehen könnte dies nach den Erfahrungen mit Unruhen in Ländern wie Mexiko, Haiti etc. anders gelagert sein, da dort die Düngemittelpreise unmittelbar auf den Endpreis durchschlagen.

Teilinstrument: Schadstoffabgabe

Mit der Schadstoffabgabe sollen schadstoffarme Düngemittel bevorzugt werden - hier sind in erster Linie die Schwermetalle zu nennen und als mineraldüngerspezifische Schwermetalle insbesondere Chrom, Cadmium und Uran. Eine Regulierung in Form einer Schadstoffabgabe könnte entweder wie oben beschrieben bei den Importen von Phosphat und Düngemitteln oder bei der Ausbringung ansetzen. Im Gegensatz zu der Import-Regulierung wäre eine Regulierung, die bei der Ausbringung ansetzt, welthandelsrechtlich unproblematisch. Andererseits wären von einer solchen Regulierung nicht nur Dünger aus importiertem Phosphat betroffen, sondern grundsätzlich auch Dünger aus Sekundär-Phosphat, Klärschlamm sowie Wirtschaftsdünger, die i.d.R. nicht international gehandelt werden.

Eine Lenkungsabgabe mit dem Ziel, einer möglichst effizienten Ausbringung von schadstoffarmen Düngemitteln ließe sich in Anlehnung an das Abwasserabgabengesetz (AbwAG) aus der resultierenden Bodenbelastung ableiten. Unterschiedliche Arten von Düngemitteln (synthetischer Dünger aus Rohphosphat, Sekundär-Phosphat aus Klärschlamm-Asche, Wirtschaftsdünger) weisen typischerweise auch unterschiedliche Beimischungen von Schadstoffen auf. Durch die Festlegung, welche Schadstoffe reguliert werden sollen kann damit eine gewisse Steuerungswirkung hinsichtlich der Arten von Düngemitteln erreicht werden:

- Im AbwAG wird Phosphor explizit als Schadstoff aufgeführt wird (1SE=3kg). Ein Fokus auf Phosphor hätte zur Folge, dass **alle P-haltigen Dünger**, inklusive Se-

kundär- und Wirtschaftsdünger betroffen sind. Eine solche Regulierung würde auf den gesamten Düngeraustrag abzielen.

- Als relevante Schadstoffe in **Synthetischen Düngemitteln** aus Primärphosphat sind in erster Linie die Schwermetalle Chrom, Cadmium und Uran zu nennen. Der durchschnittliche Schadstoffgehalt von phosphathaltigen Mineraldüngern bezogen auf den P_2O_5 -Gehalt beträgt 50mg Cadmium /kg¹⁵ sowie 283mg Uran /kg (Bt-Drs. 16/11539). Eine solche Regulierung hätte den Effekt, dass Düngemittel aus Primärphosphat gegenüber solchen, in denen recycelte Phosphate enthalten sind, relativ teurer werden. Damit würden Anreize zu einer verstärkten Substitution von Primär- zu Sekundärphosphaten gegeben.
- Ergebnisse des PASCH-Projekts deuten darauf hin, dass Sekundärdünger aus **Klärschlamm-Asche** gegenüber den Mineraldüngern leicht erhöhte Gehalte an Blei und Kupfer aufweisen können. Bei einer möglichen Regulierung des Kupfergehalts ist darauf zu verweisen, dass Kupfer gemäß der deutschen DüMV als Spurennährstoff gilt. Uran kommt im Klärschlamm höchstens in sehr geringen Konzentrationen vor.
- In **Klärschlamm** und **Wirtschaftsdüngern** sind insbesondere organische Schadstoffe relevant. Eine Abgabe, die auf diese Schadstoffe zielt könnte genutzt werden, um die Ausbringung von Klärschlamm und Wirtschaftsdüngern zu regulieren und Anreize zu deren Recycling zu setzen.

Einnahmen aus der Abgabe könnten bspw. für ein Phosphor Monitoring- und Informationssystem, ein Bodenmonitoring-Programm, das finanzielle Unterstützung bei einer regelmäßigen Bodenbeprobung leistet, oder ein Markteinführungsprogramm verwendet werden.

6.4 Handlungsfeld Recycling

Ein rechtlich entscheidender Hebel wäre die Formulierung eines P-Rückgewinnungsgebotes, z.B. im KrW-/AbfG oder in einem neuen Ressourcenrecht. In der Schweiz wird ein derartiges Gebot derzeit vorbereitet. Flankiert werden müsste dies durch eine Beseitigung gegenwärtiger Fehlanreize, die konventionelle Behandlungs- und Entsorgungswege wirtschaftlich machen.

¹⁵ In der deutschen Düngemittelverordnung wurde ein Maximalwert für Cadmium in Düngemitteln eingeführt.

6.4.1 Moderne Regulierung / hybride Formen von Governance

Teilinstrument: Mindestquote für den Recyclatanteil in P-haltigen Düngern

Analog zum in MaRes AS3.2 entwickelten Instrument „Mindestquote für den Recyclatanteil in IKT-Geräten“ ließe sich eine Mindestquote für die Nutzung von Sekundärphosphat in Mineraldüngern formulieren. Dieses Instrument ist dem Handlungsfeld Recycling zugeordnet, weil es die Nachfragestrukturen nach Sekundär-Phosphat stärkt und so die Rückgewinnung von Phosphor wirtschaftlicher macht. Indirekt werden durch dieses Instrument die Importmengen verringert.

Das Instrument zielt auf die Substitution von Primär-Phosphat durch angereichertes Sekundär-Phosphat aus der P-Rückgewinnung (z.B. Klärschlamm, Urin, etc.) im Dünger-Herstellungsprozess. Konkret könnte das Instrument – in Anlehnung an die Biodieselquote – eine Beimischung von Recycling-Phosphat in Mineraldüngern in einer bestimmten Größenordnung vorschreiben. Die Höhe der Beimischungsquoten für Sekundär-Phosphat wird ausgehend von dem bestehenden technischen Rückgewinnungspotenzial bestimmt. Je nach Höhe des Mindeststandards kommt dies einer Form des Technology Forcing im Bereich Recyclingtechnologie gleich. Die Formulierung einer solchen Mindestquote müsste im Rahmen der EG-Düngemittelverordnung geschehen, da in dieser die Anforderungen an Düngemittel festgelegt sind, die als EG-Düngemittel gehandelt werden dürfen.

Teilinstrument: Verfügbarmachung von Klärschlamm als Sekundär-Rohstoff für die Phosphatgewinnung

Ein zentrales Problem ist die unzureichende Angebotslage an verwertbarem Ausgangsmaterial für eine Rückgewinnung. Hier besteht eine Konkurrenz zwischen einerseits der Phosphat-Rückgewinnung auf Basis von Monoverbrennungsanlagen oder anderen Verfahren und den beiden heute praktizierten Verfahren andererseits, nämlich der direkten Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Klärschlämmen sowie zur Mitverbrennung von Klärschlamm z.B. in Zementwerken, Kohlekraftwerken, oder kommunalen Müllverbrennungsanlagen. Durch beide heute praktizierte Verfahren geht der größte Teil der Recyclingbasis verloren (vgl. Kap.4). Die Handlungsoptionen lauten also, zur Ermöglichung eines Nachhaltigkeitspfades eine Roadmap zu entwickeln, in der der Aufbau von Rückgewinnungskapazitäten mit einer volumenbezogenen schrittweisen Reduzierung der beiden heute praktizierten Verfahren kombiniert wird.

Etwaige Verbotsregelungen sind dabei frühzeitig anzukündigen, schrittweise umzusetzen und mit dem Aufbau von Rückgewinnungskapazitäten zeitlich zu verzahnen. Dies sollte auch mit der Amortisationszeit von bestehenden Anlagen abgestimmt sein. Für die Übergangszeit sind Zwischenlager einzurichten, so dass auf den Phosphor zu einem späteren Zeitpunkt zurückgegriffen werden kann.

Ausbringungsverbot für Klärschlamm

Ein Ausbringungsverbot für Klärschlamm, wie es in der Schweiz seit 2006 besteht, ist durch die EU-Klärschlammrichtlinie allein nicht durchsetzbar; der SRU fordert entsprechend, bspw. im Umweltgutachten 2008, die entsprechende Novellierung der Klärschlammrichtlinie. Ein möglicher Hebel, um die Ausbringung von Klärschlamm zu verringern besteht darin, dass Mitgliedstaaten nach Art.5 der Klärschlammrichtlinie die Schadstoff-Grenzwerte bei der landwirtschaftlichen Ausbringung selbst festlegen können, wobei laut Art. 12 die Mitgliedstaaten strengere Richtlinien als in der Richtlinie vorgesehen angenommen werden können.

Verbot der Mitverbrennung und Anreize für die Monoverbrennung von Klärschlamm

Im Einklang mit einem neuen Rückgewinnungsgebot sollte die Mitverbrennung in Zement- und Kohlekraftwerken schrittweise auslaufen. Zugleich sollten die Kraftwerksbetreiber Anreize zum Einsatz alternativer nicht-fossiler Brennstoffe erhalten (z.B. Reststoffe aus Biomasse, Kuppelprodukte). Im Bereich der Energiegewinnung sind solche Anreize im Erneuerbare Energien Gesetz (Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien, EEG) ansatzweise vorhanden; davon betroffen sind allerdings nur solche Kraftwerke, die Strom in das allgemeine Stromnetz einspeisen. Bei der Mitverbrennung in Zementwerken ist dies i.d.R. nicht der Fall; verbessertes Stoffstrommanagement ist bislang kein Förderkriterium. Klärschlamm ist nach der § 3 der Biomasseverordnung nicht als Biomasse anerkannt (eine Beimischung von maximal zehn Gewichtsprozent Klärschlamm im Ausgangsmaterial wird akzeptiert). Daher profitieren weder Mono- noch Mitverbrennung von Klärschlamm von der EEG-Einspeisevergütung (§27 EEG). Um Anreize hin zu einer erhöhten Monoverbrennung zu setzen wäre juristisch zu prüfen, ob und mittels welcher Regelungen eine Klärschlamm-Monoverbrennung in die Einspeisevergütung nach EEG einbezogen werden kann.

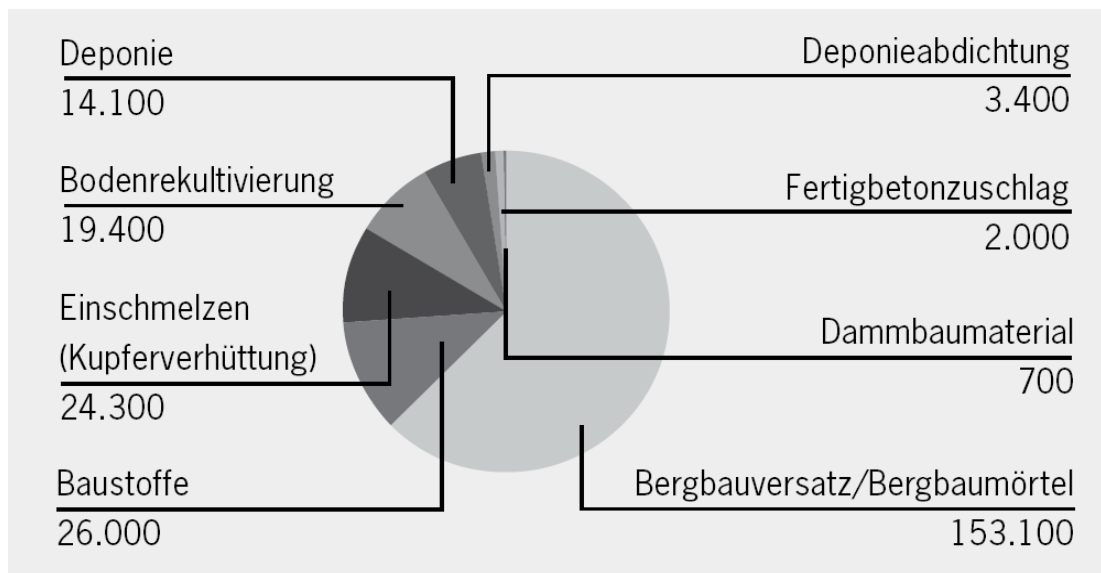
Da in Anlagen der Klärschlamm-Monoverbrennung im Gegensatz zu Mitverbrennungsanlagen keine Substitution von fossilen Brennstoffen stattfindet, kann für Monoverbrennungsanlagen auch kein Kraft-Wärmekopplungsbonus (KWK-Bonus) nach EEG Anlage 3 (Abs. I, Satz 3) beantragt werden. In dieser Hinsicht wird die Monoverbrennung gegenüber der Mitverbrennung von Klärschlamm benachteiligt. Um eine verstärkte Monoverbrennung zu fördern und entsprechende Kapazitäten aufzubauen, sollte eine Beendigung dieser Benachteiligung in Erwägung gezogen werden. Denkbar wäre z.B. ein Technologiebonus bzw. eine Aufnahme in die Positivliste für Verfahren der Phosphorrückgewinnung.

Verbot des Versatzes von Klärschlammaschen in Bergwerken

Klärschlammaschen werden zu einem überwiegenden Teil als Bergversatzmaterial in untätigen Grubenbauten genutzt. Damit stehen sie für ein P-Recycling nicht mehr

zur Verfügung. Die Regulierung der untertägigen Entsorgung bietet daher einen Hebel, das Angebot an Klärschlammmaschen für die Rückgewinnung zu erhöhen.

Abb. 6-2: Entsorgungswege von Klärschlammmaschen



Quelle: Reichenberger et al. 2008

Nach §3 der Versatzverordnung (Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage – VersatzV) dürfen Abfälle, die einen bestimmten Gehalt an Metallen überschreiten, nicht im Bergversatz eingesetzt werden, sondern müssen einem Recyclingprozess zugeführt werden. Diese Metalle sind in Anhang I aufgeführt. Denkbar wäre eine Ergänzung dieser Elementgruppe um Phosphor.

6.4.2 Sektorale Ansätze – Ein internationaler Phosphor-Covenant

Grundsätzlich kann bei den beteiligten Akteuren ein ökonomisches Interesse angenommen werden, Phosphor verstärkt im Kreislauf zu führen: Die Düngemittelindustrie würde ihre Abhängigkeit von den volatilen Rohstoffmärkten reduzieren und ihre Versorgungssicherheit auf Basis von recyceltem P stärken. Für die Recyclingindustrie ergibt sich ein neuer Markt. Gleichzeitig würde der Aufbau von Recyclinginfrastrukturen zu einer Belebung der einheimischen Wirtschaft beitragen. Trotzdem sind die bestehenden Anreize und Politikinstrumente offensichtlich nicht ausreichend, um solche Investitionen, Kooperationen und Innovationen zu generieren, die für dieses Handlungsfeld notwendig wären. Vor allem in Entwicklungsländern und in den tendenziell mit guten Böden ausgestatteten Ländern Afrikas müsste das Interesse an verbesserten Regelungen groß sein. Beispielsweise unterstützt die Gates-Stiftung ein Projekt zur

Rückgewinnung von Phosphor aus menschlichem Urin, das mit der schweizerischen Eawag und südafrikanischen Partnern durchgeführt wird.¹⁶

Ein zentraler Ansatz des hier untersuchten Anreizmechanismus ist die Aushandlung eines öffentlich und privatrechtlich basierten Vertrages (Covenants) zwischen den betroffenen Akteuren. Dieser sollte primär ein internationales Monitoring-System für Phosphor umfassen. Darüber hinaus könnten in einem solchen Covenant langfristige Ziele zur Steigerung der Ressourcenproduktivität durch optimierte Düngung und ein hochwertiges Phosphor-Recycling formuliert werden. Dies sollte in Übereinstimmung mit den Visionen des WBCSD (2009) mit Technologietransfer, Partnerschaften und Kapazitätsaufbau in den Bereichen Stadtentwicklung, Abwassermanagement und Phosphorrückgewinnung verbunden werden.

In einem solchen Covenant werden sowohl die unterschiedlichen Verantwortlichkeiten der Akteure, als auch Instrumente zur ihrer Operationalisierung, Umsetzung und Evaluation definiert. Die Vertragsparteien, Industrieunternehmen oder ihre Verbände, verpflichten sich auf ambitionierte Programme für ein nachhaltiges Phosphormanagement, die Staaten garantieren für die Vertragslaufzeit stabile und fördernde Rahmenbedingungen für entsprechende Investitionen. Deutschland könnte in der EU die Initiative eines derartigen Covenants ergreifen; auf einen analogen Vorschlag zur Aushandlung eines internationalen Metall-Covenants (MaRes AS3.2) sei hingewiesen. Am 13.01.2011 soll die niederländische „Nutrient Platform“ ihre Arbeiten beginnen, so dass eine Initiative auf gute Resonanz stoßen müsste.

6.4.3 Ökonomisch-fiskalische Ansätze

Teilinstrument: Ermäßigter MwSt-Satz für Düngemittel aus recyceltem P

Wie bereits erwähnt gibt es derzeit noch keinen funktionierenden Markt für Sekundär-Phosphate. Neben Überzeugungsarbeit bei Düngemittelherstellern und Trainingsprogrammen für Landwirte könnte eine Markteinführung dadurch erleichtert werden, dass für einen befristeten Zeitraum (z.B. fünf Jahre) recyceltes Phosphor nur mit einem reduzierten MwSt-Satz belegt wird. Dies stünde im Einklang mit den Ausführungen in MaRes AS3.2 und den dortigen Aussagen zu einer ökologisch differenzierten MwSt.

¹⁶ EAWAG-Presseerklärung vom 14.10.2010: Urin als Rohstoff der Zukunft? Bill & Melinda Gates Foundation unterstützt Schweizer Wasserforschung für Südafrika.

6.4.4 Innovationspolitische Instrumente

Teilinstrument: Forschungsförderung und großtechnische Umsetzung und Optimierung von P-Rückgewinnungsverfahren

Die Kosten für eine Phosphorrückgewinnung aus Abwasser, Klärschlamm oder Klärschlammasche liegen derzeit in Abhängigkeit des angewandten Verfahrens zwischen 2 und 13 € je Kilogramm Phosphor. Fast alle Rückgewinnungsverfahren sind noch nicht großtechnisch umgesetzt bzw. erprobt, so dass hier weiterer Forschungs- und Optimierungsbedarf besteht.

Ziel der BMU- / BMBF- Förderinitiative „Kreislaufwirtschaft für Pflanzennährstoffe, insbesondere Phosphor“ ist es, Verfahren zu entwickeln, aus denen ein vollwertiges, den Vorgaben der Düngemittelverordnung entsprechendes, P-Ersatzdüngemittel hervorgeht. Dabei trat der ursprünglich ebenfalls vorgegebene Ansatz zur Produktion von phosphorhaltigen Stoffen („Rohmaterial“), die in der Düngemittelindustrie zur Herstellung von primären Düngemitteln genutzt werden können etwas in den Hintergrund. Forschungsarbeiten unter Einbeziehung der Düngemittelindustrie sind auf dem Weg und sollten verstärkt werden.

7 Fazit: Elemente einer Ressourcenpolitik für Phosphor

Zunächst gilt es festzustellen, dass die Phosphorproblematik – ein nicht-ersetzbarer Stoff für die Nahrungsmittelversorgung ist nur begrenzt verfügbar und Governancestrukturen sind sehr schwach ausgebildet – im öffentlichen Bewusstsein und in der Politik bislang eine geringe Rolle spielt. Insofern lautet eine erste Schlussfolgerung, dass die Bewusstseinsbildung eine hohe Priorität erhalten sollte.

Eine zweite zentrale Schlussfolgerung lautet, dass die Politik verschiedene Einzelphänomene des Phosphorhaushaltes bislang in unterschiedliche Teilaufgaben mittlerer Relevanz zerlegt hat und weder ein ganzheitlicher Ansatz sichtbar ist, noch eine Koordination zwischen den Beteiligten erfolgt ist. Eine ordnungsrechtliche Grundlage zur Phosphorregulierung aus landwirtschaftlichen Quellen existiert nicht. Vielmehr existieren Teilreglementierungen, die im Bereich der Landwirtschaft als weiche Instrumente mit Vollzugsdefiziten charakterisiert werden können und sich teils ungezielt auf den P-Haushalt auswirken. Darüber hinaus existieren wirksame Regelungen im Bereich Waschmittel. Die Regelungen im Bereich Abwasser haben als Zielsetzung nicht die Phosphor-Rückgewinnung, sondern tragen zu Nettoverlusten bei (insbesondere im Fall der Klärschlammmentsorgung). Insofern sind diese Fehlanreize ein wesentliches Hemmnis beim technischen Aufbau einer Anlageninfrastruktur zur P-Rückgewinnung und Kreislaufführung.

Daraus ist abzuleiten, dass ein ganzheitlicher Ansatz zum Einsatz kommen sollte, der eine internationale und letztlich die weltweite Dimension eines nachhaltigen Phos-

phormanagements adressieren sollte. Für die meisten Nachbarländer Deutschlands und für die EU stellt sich die Gesamtlage aufgrund mangelnder relevanter Primär-Vorkommen grundsätzlich ähnlich dar wie zuvor für Deutschland dargelegt. Aus diesem Grund kann eine europäische Initiative die nationalen Bemühungen verstärken, insbesondere hinsichtlich einer Internationalisierung des Phosphor-Managements. In einem Politik-Memorandum hat das niederländische Steering Committee for Technology Assessment neben der Bewusstseinsstärkung auch die Entwicklung einer EU-Politik für Phosphate propagiert (de Haes et al. 2009).

Wegen der engen Bezüge und Wechselwirkungen mit anderen biotischen und abiotischen Ressourcen und zentralen Herausforderungen wie z.B. Klimawandel, Landwirtschaft und Ernährung sollte dies als Teil einer international ausgerichteten Ressourcenpolitik konzipiert werden. Ein derartiges integriertes Stoffstrommanagement sollte nach Vorbild schweizerischer Aktivitäten im Bereich des Phosphormanagements prioritär ein Monitoring der Phosphorflüsse in Deutschland aufbauen und kontinuierlich pflegen (Binder et al. 2009); mittelfristig ist dieses Vorgehen auf die europäische Ebene zu übertragen. Zusätzlich sollten internationale Szenarien zur künftigen Nachfrage und zu Einsatzmöglichkeiten von Phosphor erstellt werden (Cordell 2010: 147).

Ein Ansetzen am Ende des Phosphorstroms – in Form von Rückgewinnung aus Klärschlämmen – ist technologisch machbar, jedoch letztlich ein nachgeschalteter und kostenintensiver Ansatz. Daher sollte sich ein nachhaltiges Phosphormanagement als Mengensteuerung mit den Zielen eines reduzierten Einsatzes von Primärphosphor bei gleichzeitiger Kreislaufführung der Nährstoffe konstituieren. Ein solcher Ansatz würde bedeuten:

- alle drei Handlungsfelder Importe, Ausbringung und Recycling zu adressieren,,
- eine standortspezifisch optimierte P-Düngung zu erreichen, die letztlich mit dem Primat einer gesunden und dauerhaft ausreichenden Ernährung für die Weltbevölkerung in Einklang zu bringen ist, ergo die viehzuchtintensive Landwirtschaft auf den Prüfstand zu stellen,
- ökonomische Anreize zu generieren, die an der Grenze (Schadstoffabgabe) oder als P-Abgabe bei den Düngemittelherstellern erhoben werden können,
- Rückgewinnung als zentralen Ansatz rechtlich verbindlich zu verankern und durch geeignete Anreize (Beimischungsquote für P-haltige Düngemittel, Verbot des untertägigen Versatzes sowie der Deponierung von P-haltigen Abfällen, Mitverbrennungsverbot für Klärschlämme, Errichtung von Langzeitlagern für Klärschlammaschen, Rückgewinnung von anthropogenem Urin) mit Akteuren umzusetzen, und
- ein Markteinführungsprogramm für Monoverbrennungsanlagen und adäquate Verfahren zur P-Rückgewinnung zu realisieren.

Die laufenden Diskussionen zur Rohstoffsicherheit und zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen zeigen, dass Phosphor ein konkretes, langfristiges und trotzdem

dringliches Anwendungsfeld einer zukunftsgerichteten Ressourcenpolitik darstellt. Ein nachhaltiges Phosphormanagement und die Rückgewinnung von Phosphor ist darüber hinaus ein zukunftsfähiges Geschäftsfeld, das im Einklang mit dem WBCSD (2009) insbesondere im Hinblick auf die Schwellen- und Entwicklungsländer ausbaufähig ist.

8 Literatur

- Binder C.R. / de Baan L. / Wittmer D. (2009): Phosphorflüsse in der Schweiz. Stand, Risiken und Handlungsoptionen. Abschlussbericht. Umwelt-Wissen Nr. 0928. Bundesamt für Umwelt; Bern; www.umwelt-schweiz.ch/uw-0928-d
- BMBF-Begleitprojekt „*Phosphorrecycling - Ökologische und wirtschaftliche Bewertung verschiedener Verfahren und Entwicklung eines strategischen Verwertungskonzeptes für Deutschland*“ (in Kooperation mit RWTH Aachen, den Fraunhofer-Instituten IME und ISI sowie der Universität Gießen)
- Cordell, D. (2010): The Story of Phosphorus-Sustainability implications of global phosphorus scarcity for food security; Linköping: LiU-Tryck
- Dittrich, B. / Klose, R. (2008): Schwermetalle in Düngemitteln (Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 3/2008). Dresden.
- Ekardt, F. / Holzapfel, N. / Ullrich, A.E (2010): Nachhaltigkeit im Bodenschutz; Umwelt- und Planungsrecht, (2010), S.260-270
- Fehrenbach, H. (2009): Outline: Spezifische Politikansätze zur Reduktion von Phosphorimporten. Unveröffentlicht.
- Gethke, K. (2008): Projekt PHOBE – Arbeitspaket 2: Ermittlung und Bilanzierung der zur Phosphorrückgewinnung geeigneten Stoffströme in der BRD; Vortrag zum Statusseminar des BMBF-Begleitprojekt „*Phosphorrecycling - Ökologische und wirtschaftliche Bewertung verschiedener Verfahren und Entwicklung eines strategischen Verwertungskonzeptes für Deutschland*“; Braunschweig 2008
- De Haes H.A.U. / Jansen J.L.A. / van der Weijden W.J. / Smit A.L. (2009): Phosphate – from Surplus to shortage. Policy memorandum of the Steering Committee for Technology Assessment of the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality. Utrecht, 2009.
- FAO [Food and Agricultural Organisation of the United Nations] (2008): Current world fertilizer trends and outlook to 2011/12. Rome.
- Huber, I. (2010): Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten beim Phosphor-Recycling; Wasser+Abfall, 1-2 (2010), S.11-13
- IFA [International Fertilizer Industry Association] (2009): Fertilizer Outlook 2009-2013
- IFEU / PlanCoTec (2000): Stoffbilanzierung mit dem Ziel einer nachhaltigen Verwertung von Abfällen auf pflanzenbaulich genutzten Flächen; Forschungsvorhaben im Auftrag des UBA; FKZ 203 10 912; 2000
- Johnston, A.E. / Steen, I. (2000): Understanding Phosphorus and its Use in Agriculture. EFMA – European Fertilizer Manufacturers Association, Brussels 2000
- Knappe, F. et al. (2007): Stoffstrommanagement von Biomasseabfällen mit dem Ziel der Optimierung der Verwertung organischer Abfälle; <http://www.umweltbundesamt.de>
- Kühn, J. (2010): Auskunft zur Verfügbarkeit von Daten der Phosphorproduktion in der amtlichen Produktionsstatistik. Persönliche Mitteilung am 19.11.2010. Bundesamt für Statistik, Abteilung Produktionserhebungen.

- Liu, Y. et al. (2008): Global phosphorus flows and environmental impacts from a consumption perspective, in: Journal of Industrial Ecology, Vol. 12, No. 2, S. 229 – 245.
- Möckel, S. (2007): Umweltabgaben auf Dünge- und Pflanzenschutzmittel. Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR) 2007, S. 176 - 182.
- Montag, D. et al. (2009): Rückgewinnung von Pflanzennährstoffen, insbesondere Phosphor aus der Asche von Klärschlamm, BMBF.
- Nienhaus, B. / Knickel, K. (2004): Ökologische Finanzreform in der Landwirtschaft. Situation, Bewertung und Handlungsempfehlungen.
<http://www.nabu.de/landwirtschaft/oekofinanzreform.pdf>
- NZZ Online (2010): Agrarrevolution aus dem All. Zugang 11.10.2010.
- Pinnekamp (2003): Phosphor und Siedlungswasserwirtschaft. In: Gewässerschutz-Wasser-Abwasser, Band 190. 36. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft 2003 in Aachen. Hrsg.: Prof. Dr.-Ing. M. Dohmann, Aachen
- Pinnekamp et al. (2007): Rückgewinnung eines schadstofffreien, mineralischen Kombinationsdüngers „Magnesiumammoniumphosphat – MAP“ aus Abwasser und Klärschlamm; Forschungsvorhaben im Auftrag des UBA; FKZ 202 33 308; 2007
- Rechenberger, H.-P. et al. (2008): Feste Rückstände aus Verbrennungsanlagen (Teil II). Müll und Abfall, 09/2008, S.468-473.
- Rockström, J. (2009): Planetary Boundaries: Exploring the safe operating space for humanity; Ecology and Society, 14th September 2009
- Röhling, S. (2008): Rohstoffverfügbarkeit im Hinblick auf eine nachhaltige Düngemittelversorgung. <http://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1232470/index.pdf>
- Römer W. / Gründel M. / Güthoff F. (2010): U-238, U-235 und Ra-226 in einigen ausgewählten Rohphosphaten, Phosphatdüngern, Boden- und Pflanzenproben aus einem P-Düngungsversuch. Journal für Kulturpflanzen 62 (6), 200-210.
- SRU [Sachverständigenrat für Umweltfragen] (2008): Umweltgutachten 2008. Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels. Kap.10: Abfall- und Kreislaufwirtschaft.
http://www.umweltrat.de/cae/servlet/contentblob/465556/publicationFile/34327/2008_Umweltgutachten_HD_Kap10.pdf
- Steffens, D. / Stamm, R. / Leithold, G. / Schubert, S. (2004): Phosphat-Mobilisierung durch Haupt- und Zwischenfrüchte nach Düngung von weicherdigem Rohphosphat im ökologischen Landbau, im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL), Gießen: Justus-Liebig-Universität
- Steinbach, V. / Wellmer, F.-W. (2010): Consumption and Use of Non-Renewable Mineral and Energy Raw Materials from an Economic Geology Point of View; Sustainability, Vol.2, S. 1408-1430.
- VDLUFA (2001): Mögliche ökologische Folgen hoher Phosphatgehalte im Boden und Wege zu ihrer Verminderung; VDLUFA Standpunkt 2001
<http://www.vdlufa.de/joomla/Dokumente/Standpunkte/06-phosphat.pdf>

- Wagner, M. / Wellmer, F.-W. (2009): A Hierarchy of Natural Resources with Respect to Sustainable Development—A Basis for a Natural Resources Efficiency Indicator, in: Richards. J.P. (Hg.) (2009): Mining, Society and a Sustainable World; Berlin, Springer-Verlag, S. 91-121.
- Wellmer, F.-W. / Becker-Platten, J.D. (2008): Sustainable development and the exploitation of mineral and energy resources: a review; Geologische Rundschau, Vol. 91, S.723-745.
- World Business Council for Sustainable Development (o.J. [2010]): Vision 2050 – The new agenda for business; <http://www.wbcsd.org/web/vision2050.htm>